



JILID 1

Paristiyanti Nurwardani

# Teknik Pembibitan Tanaman dan Produksi Benih

untuk  
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Paristiyanti Nurwardani

# TEKNIK PEMBIBITAN TANAMAN DAN PRODUKSI BENIH

JILID 1

**SMK**



**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-undang

# TEKNIK PEMBIBITAN TANAMAN DAN PRODUKSI BENIH JILID 1

Untuk SMK

Penulis : Paristiyanti Nurwardani

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

NUR NURWARDANI, Paristiyanti.  
a Teknik Pembibitan Tanaman dan Produksi Benih Jilid 1  
untuk SMK oleh Paristiyanti Nurwardani ---- Jakarta : Direktorat  
Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal  
Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen  
Pendidikan Nasional, 2008.  
vii, 255 hlm  
Daftar Pustaka : Lampiran. A  
ISBN : 978-979-060-105-5  
ISBN : 978-979-060-106-2

Diterbitkan oleh

**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

## KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008  
Direktur Pembinaan SMK



## DAFTAR ISI

		Hal
<b>JILID 1</b>		
BAB 1.	PENDAHULUAN	
	1.1. Potensi Pembenihan Tanaman	1
	1.2. Peran Pembenihan Tanaman	5
BAB 2.	KARAKTERISTIK TUMBUHAN	
	2.1. Anatomi Tumbuhan	7
	2.2. Anatomi Dan Morfologi Biji Tumbuhan	14
	2.3. Pertumbuhan Dan Perkembangan Tumbuhan	14
BAB 3.	TEKNIK PRODUKSI BENIH VEGETATIF TANAMAN	
	3.1. Dasar-dasar Pembibitan Tanaman dan Produksi benih	20
	3.2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K-3)	20
	3.3. Pengelolaan Alat dan Mesin Pertanian	23
	3.4. Pohon Induk dan bibit Unggul	25
	3.5. Batang Bawah Dan Batang Atas	27
	3.6. Teknik Penyiapan Pembibitan	30
	3.7. Teknik Pembenihan Tanaman Secara Vegetatif	35
	3.8. Teknik Pemilihan Memproduksi Benih Vegetatif	68
	3.9. Sertifikasi Benih	71
BAB 4.	TEKNIK PRODUKSI BENIH GENERATIF TANAMAN	
	4.1. Proses Pembentukan Biji Pada Tanaman	78
	4.2. Buah, Biji dan Perkembangan Biji	80
	4.3. Penyerbukan (polinasi)	90
	4.4. Teknik Produksi Benih Generatif Tanaman	92
	4.5. Mutu Benih	106
	4.6. Pengujian Kesehatan Benih	122
BAB 5.	TEKNIK PEMELIHARAAN TANAMAN HASIL PEMBENIHAN	
	5.1. Media Tumbuh	143
	5.2. Sifat Fisik Tanah	148
	5.3. Sifat Kimia Tanah	162
	5.4. Teknik Pengolahan Tanah	162
	5.5. Teknik Penanaman	163
	5.6. Pemupukan	166
	5.6.1. Pupuk Organik	167
	5.6.2. Pupuk Anorganik	176
	5.7. Pengairan	185
	5.8. Air Tanah	186
	5.9. Pemangkasan (pruning)	191

5.10. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)	193
a. hama	194
b. Penyakit Tanaman	
1). Penyakit Non Infeksius	201
2). Penyakit infeksius	202
c. Gulma Tanaman	226
d. Teknik Pengendalian OPT	227
e. Implementasi pengendalian hama dan penyakit tanaman	236
f. Implementasi Pengendalian Gulma	240
Ringkasan, soal dan tugas	

## JILID 2

BAB 6.	TEKNIK PRODUKSI BENIH PADI	245
	6.1. Perlakuan Pra-Panen	245
	6.2. Perlakuan Pascapanen	254
	6.3. Pra-panen Produksi Benih Padi Hibrida	255
	6.4. Perlakuan Pascapanen	274
	Ringkasan, Soal dan Tugas	
BAB 7.	TEKNIK PRODUKSI BENIH KEDELAI	
	7.1. Perlakuan Pra-Panen	281
	7.2. Persyaratan Lahan	282
	7.3. Benih Sumber	282
	7.4. Waktu Tanam	283
	7.5. Penyiapan Lahan	284
	7.6. Penanaman dan Perlakuan Benih	285
	7.7. Pemeliharaan	286
	7.8. Pemanenan dan Perlakuan Pascapanen	289
	Ringkasan, Soal dan Tugas	290
BAB 8.	BIOTEKNOLOGI TANAMAN	295
	8.1. Bioteknologi Tanaman	295
	8.2. Struktur Dan Organisasi Bahan Genetik Tanaman	295
	8.3. Teknik Kultur <i>In-vitro</i>	306
	8.4. Rekayasa Genetik Pada Tanaman Tingkat Tinggi	322
	Ringkasan, Soal dan Tugas	323
BAB 9.	TEKNIK KULTUR JARINGAN TANAMAN	
	9.1. Fasilitas Laboratorium Kultur Jaringan	335
	9.2. Peralatan Dan Bahan Kimia	335
	9.3. Media Tanam	337
	9.4. Beberapa Komposisi Media	349
	9.5. Inisiasi Tunas dan Inokulasi	353
	9.6. Teknik Kultur Suspensi Sel	354
	9.7. Teknik Multiplikasi	355
	9.8. Teknik Aklimatisasi	358
	9.9. Teknik Kultur Jaringan Pada Berbagai Tanaman	359

	a. Teknik Kultur Jaringan Anggrek	359
	b. Kultur Jaringan Tanaman Kopi	362
	c. Rekayasa genetik pada tanaman tingkat tinggi	364
	Ringkasan, Soal dan Tugas	365
BAB 10.	KEWIRAUSAHAAN	
	10.1. Pengertian Kewirausahaan	368
	10.2. Ciri dan Karakteristik Wirausahawan	
	10.3. Penjualan	370
	a. Jiwa marketing dan motivasi tim	371
	b. Perlunya rasa kekeluargaan	372
	c. Strategi, visi dan misi	372
	d. Pentingnya informasi	373
	e. Pelanggan aset yang berharga	373
	10.4. Dasar-dasar Strategi Pemasaran	
	a. Kepercayaan	377
	b. Kemudahan	377
	c. Kenyamanan	378
	d. Gengsi	379
	e. Memasarkan benih Tanaman	379
	Ringkasan, Soal dan Tugas	380
BAB 11.	ANALISIS USAHA PEMBENIHAN KELAPA SAWIT DAN DURIAN	
	11.1. Analisis Usaha Pembenihan Tanaman	383
	a. Analisis B/C ratio	383
	b. Analisis R/C ratio	383
	c. Analisis ROI	383
	d. Analisis BEP	383
	11.2. Contoh Perhitungan Usaha Pada Pembenihan Kelapa Sawit	384
	11.3. Contoh Perhitungan Usaha Pada Pembenihan Durian	391
	Ringkasan, Soal dan Tugas	392

## LAMPIRAN

Daftar Pustaka .....	A
----------------------	---



## BAB 1. PENDAHULUAN

Budidaya tanaman membutuhkan berbagai teknik untuk mengoptimalkan produksi. Dari sisi tata bahasa, teknik adalah suatu keterampilan khusus yang dibutuhkan agar dapat melakukan suatu kegiatan praktek yang produktif (Oxford, 2003); pembenihan adalah rangkaian proses budidaya tanaman untuk menghasilkan benih; sedangkan tanaman adalah tumbuhan yang dibudidayakan. Oleh karena itu, **teknik perbenihan tanaman adalah suatu keterampilan khusus yang harus dikuasai seseorang agar dapat memproduksi benih tanaman, baik benih vegetatif (bibit) maupun benih generatif sehingga tanaman berproduksi secara optimal.** Teknik produksi benih vegetatif pada umumnya dikelompokkan dalam 2 metoda, yaitu metoda konvensional dan modern. Teknik produksi benih vegetatif dengan metoda konvensional menggunakan teknik-teknik yang umum dilakukan oleh petani sedangkan teknik produksi benih vegetatif dengan metoda modern menerapkan ilmu biologi yang diintegrasikan dengan teknologi atau bioteknologi. Dalam hal ini bioteknologi yang diimplementasikan adalah teknik kultur jaringan.

Proses produksi tanaman dimulai dengan benih ditanam, kemudian tanaman dipelihara dan hasil tanaman (akar, umbi, batang, pucuk, daun, bunga, dan buah) dipanen.

Kegiatan produksi pertanian memerlukan unit pembibitan tanaman. Pembibitan tanaman adalah suatu proses penyediaan bahan tanaman yang berasal dari benih tanaman (biji tanaman berkualitas baik dan siap untuk ditanam) atau bahan tanaman yang berasal dari organ vegetatif tanaman untuk

menghasilkan bibit (bahan tanaman yang siap untuk ditanam di lapangan).

Teknik tanaman yang akan dikembangkan meliputi berbagai **teknik dari setiap aspek pembibitan dan produksi benih** serta teknik untuk mengoptimalkan proses pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman sehingga diperoleh hasil panen yang mempunyai kualitas yang baik dan kuantitas yang banyak. Untuk memutakhirkan pengetahuan, keterampilan dan sikap dalam membudidayakan tanaman, akan dibahas teknik-teknik tanaman yang sedang *trend* seperti **kultur jaringan dan bioteknologi.**

Dalam teknik pembibitan dan produksi benih akan diterangkan landasan teori dan langkah kerja tentang teknik penyiapan bahan tanaman berupa benih dan bibit tanaman, persiapan lahan dan penanaman, pemupukan, pengairan, pengendalian hama, penyakit dan gulma, pemeliharaan tanaman, perlakuan khusus pada tanaman, pembungaan dan pematangan, pemanenan dan pascapanen. Pada teknik pembibitan tanaman akan diterangkan berbagai teknik praktis untuk menyetek, mencangkok, mengokulasi, menempel dan menyambung tunas, sampai memelihara bibit hasil perkembangbiakan secara vegetatif siap untuk ditanam.

Kegiatan persiapan lahan dan penanaman merupakan awal budidaya tanaman. Untuk menumbuhkan profesionalisme dalam kompetensi ini, akan diinformasikan landasan teori tentang berbagai jenis tanah dan teknik perlakuan untuk tanah sehingga mempunyai kriteria yang optimal untuk kegiatan budidaya tanaman.

Selama masa budidaya, kegiatan yang paling lama adalah pemeliharaan

tanaman. Pada tahap pemeliharaan harus dikuasai berbagai teori tentang pupuk dan teknik-teknik pemupukan. Pengetahuan dasar yang baik tentang pupuk akan memudahkan pengelolaan pupuk dan mengembangkan formulasi yang tepat bagi tanaman agar penggunaannya efektif dan efisien. Teknik pemupukan sangat penting untuk dikuasai, agar tanaman yang dibudidayakan dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal.

Selama masa budidaya, tanaman sering mendapat masalah dari organisme pengganggu tanaman (OPT). Yang termasuk OPT adalah hama, penyakit dan gulma. Ketiga OPT tersebut harus dikendalikan agar tidak menimbulkan kerugian bagi tanaman. Untuk mengendalikan OPT, harus dikuasai berbagai teknik pengendaliannya, seperti pengendalian secara kultur teknis, fisik, mekanis, biologi, kimia dan pengendalian secara terpadu.

Perkembangan dan citra pertanian di Indonesia identik dengan kotor dan cangkul. Untuk meningkatkan citra pertanian agar lebih modern dan bersih maka akan diinformasikan berbagai pengetahuan dasar tentang, teknik dan keterampilan mengelola bibit tanaman secara kultur jaringan serta berbagai sikap yang harus dikuasai agar menghasilkan bibit dan benih yang dapat tumbuh secara optimal.

Dalam dua puluh tahun terakhir, perkembangan teknologi dalam bidang biologi berkembang dengan sangat pesat dan dikenal dengan "bioteknologi". Penerapan bioteknologi untuk tanaman juga berkembang sangat pesat, sehingga dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi budidaya terutama dalam penyediaan bibit tanaman dan tanaman varietas unggul dalam waktu yang relatif singkat. Untuk memperkenalkan sekaligus memutakhirkan pengetahuan, keterampilan dan sikap dalam

bioteknologi, maka akan dijelaskan tentang berbagai teknik untuk memproduksi tanaman secara kultur jaringan. Dalam teknik kultur jaringan akan dipelajari mulai dari teknik menyiapkan sarana dan prasarana, tanaman induk, membuat media tanaman, inisiasi, subkultur, aklimatisasi dan pembesaran bibit hingga bibit siap tanam. Untuk menggambarkan berkembangnya rekayasa genetika pada bidang pertanian, akan dibahas secara singkat tentang bioteknologi pertanian, mulai dari perkembangan berbagai penemuan pada bidang bioteknologi, materi genetik dan beberapa contoh teknik kultur *in vitro* tanaman.

### **1.1. Potensi Perbenihan Tanaman**

Negara Republik Indonesia yang kita cintai mempunyai penduduk sebanyak 238 juta jiwa (WWW.Datastatistik-Indonesia.com. , 2008). Sebagian besar penduduk Indonesia di Pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Bali makanan pokoknya adalah nasi. Di kepulauan Nusa Tenggara Timur makanan pokoknya adalah jagung.

Di Kepulauan Maluku dan Papua makanan pokoknya adalah sagu. Kebutuhan beras untuk satu tahun adalah sebanyak 32,49 juta ton ([www.depkoninfo.go.id](http://www.depkoninfo.go.id), 2008). Kebutuhan benih padi di Indonesia adalah sebanyak 300.000 Ton per tahun. Produksi benih padi Indonesia tahun 2007 adalah 106.700 ton. Hanya untuk kepentingan dalam negeri saja, masih terdapat peluang untuk mengupayakan produksi benih padi per tahun sekitar 103.300 ton per tahun. Hal ini tentu saja merupakan peluang usaha di bidang agrobisnis industri benih padi yang sangat prospektif untuk saat ini dan masa-masa yang akan datang. Menurut hasil analisa usaha, dalam satu kali periode produksi padi dihasilkan keuntungan rata-rata sebanyak Rp. 5.000.000,- sampai dengan

Rp.8.136.900,00

([www.litbang.deptan.go.id](http://www.litbang.deptan.go.id), 2008 dan [www.medanbisnis.online](http://www.medanbisnis.online), 2008). Tentu saja informasi ini merupakan berita gembira bagi sumberdaya manusia yang berminat membuka usaha di bidang pertanian. Oleh sebab itu sejak lima tahun terakhir banyak perusahaan multinasional yang mengembangkan usaha baru di bidang perbenihan padi, terutama padi hibrida, di antaranya adalah PT Sang Hyang Seri, PT Dupont Indonesia, PT Primatani, PT East West Seed, PT Primasid Andalan Utama. Hampir semua perusahaan tersebut dalam pengembangan produksi masal benih padi, selalu mengadakan kerjasama dengan petani andalan dan kelompok tani yang pada umumnya menggunakan sistem inti-plasma. Sebagai sumberdaya manusia Indonesia yang bergerak di bidang pertanian, maka sebaiknya selalu meningkatkan kompetensi dalam bidang agrobisnis industri perbenihan.

Kebutuhan benih jagung di Indonesia untuk tahun 2008 sekitar 47.600 ton. Produksi benih jagung di Indonesia pada tahun 2007 adalah sebanyak 35,150 ton ([www.bisnis.com](http://www.bisnis.com), 2008). Sama halnya dengan potensi dalam agribisnis industri padi, maka potensi usaha dalam bidang agrobisnis industri jagung pun sangat menarik. Berdasarkan data di atas, untuk kepentingan dalam negeri, masih dibutuhkan benih jagung sekitar 12.450 ton benih jagung per tahun. Menurut informasi dari Bidang Penelitian dan Pengembangan-Depertemen pertanian keuntungan usaha dari produksi benih jagung adalah sebesar Rp.3.425.208,- sampai dengan Rp.4.401.250,- ([www.litbang.deptan.go.id](http://www.litbang.deptan.go.id), 2008).

Ilustrasi yang disampaikan di atas, baru menganalisis dua benih makanan pokok masyarakat Indonesia. Bagaimana dengan potensi kebutuhan benih tanaman industri, contohnya adalah kelapa sawit dan karet. Kebutuhan benih kelapa sawit

saat ini adalah sebanyak 230.000.000 benih dan sebagian besar diimport dari Malaysia dan Costa Rica. Kebutuhan benih kelapa sawit dari tahun ke tahun selalu memperlihatkan tren kenaikan. Oleh sebab itu prospek agrobisnis industri kelapa sawit merupakan pilihan cerdas untuk membuka usaha di masa yang akan datang (Badan Koordinasi Penanaman Modal, 2008).

Perkembangan harga karet pada 3 tahun ini selalu meningkat sehingga investir dan masyarakat banyak yang beralih usaha dari bisnis di luar bidang pertanian berganti pengusaha agrobisnis. Berdasarkan fakta ini secara otomatis kebutuhan benih karet meningkat dan pada tahun 2008 permintaan benih karet mencapai 70.000.000 benih (BUMN, 2008). Dari kebutuhan benih karet sejumlah tersebut di atas hanya 50.000.000 benih karet yang dapat dihasilkan oleh pengusaha dan petani agrobisnis. Potensi baru dan peluang bisnis yang baik untuk SDM yang berkompeten di bidang perbenihan.

Potensi agrobisnis industri benih tanaman hortikultura pun sangat baik untuk dipelajari. Menurut Dirjen Tanaman Hortikultura kebutuhan benih beberapa tanaman hortikultura masih harus diimport diantaranya adalah benih kentang 1.200.000,- kg, tanaman buah 418.000 bibit, tanaman hias 5.100 flask dan 51 Kg serta tanaman biofarmaka sebanyak 642 (Kg). Tentu saja informasi ini merupakan hal yang sangat penting, karena potensi perkebangan kebutuhan tanaman hortikultura masih memungkingkan untuk diproduksi di dalam negeri. Data import ini menjadi suatu peluang bagi sumberdaya manusia Indonesia yang memiliki potensi di bidang perbenihan tanaman.

Analisa terhadap beberapa potensi agrobisnis industri benih telah dibahas. Agar dapat menjadi sumberdaya pada bidang perbenihan yang handal dan maka

dengan profesionalisme harus dijunjung tinggi yaitu harus profesional saat bersikap, menguasai iptek perbenihan dengan baik dan dapat melakukan teknik perbenihan yang efektif dan efisien sehingga menghasilkan keuntungan dan benefit yang tinggi.

Bagaimana dengan potensi ekspor benih dari Indonesia di masa yang akan datang?. Menurut Dirjen Tanaman Hortikultura (2006) terdapat beberapa benih tanaman yang mempunyai potensi tinggi seperti benih tanaman sayuran, buah, tanaman hias dan bio-farmaka dengan nilai ekspor sebesar US \$ 3.783.501,-.

### **1.2. Peran Perbenihan Tanaman**

Benih merupakan produk akhir dari suatu program pemuliaan tanaman, yang pada umumnya memiliki karakteristik keunggulan tertentu, mempunyai peranan yang vital sebagai penentu batas-atas produktivitas dan dalam menjamin keberhasilan budidaya tanaman. Upaya perbaikan genetik tanaman di Indonesia masih terbatas melalui metode pemuliaan tanaman konvensional, seperti persilangan, seleksi dan mutasi. Di Indonesia penerapan teknologi pemuliaan modern belum diterapkan secara optimal sedangkan di negara-negara maju, teknologi tersebut sangat pesat perkembangannya.

Di Indonesia tujuan pemuliaan masih berkisar pada upaya peningkatan produktivitas, ketahanan terhadap hama dan penyakit utama dan toleransi terhadap cekaman lingkungan (Al, Fe, kadar garam, dan lain lain).

Benih tanaman sangat berperan dalam pengembangan bidang pertanian. Benih adalah faktor penentu keberhasilan budidaya tanaman. Benih dengan kualitas baik dan seragam akan menghasilkan produk dengan kualitas tinggi. Benih kelapa sawit dura, *Pisifera* dan *Tenera* merupakan tiga varietas yang

banyak diminta oleh konsumen karena mempunyai potensi produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya, sehingga penanaman varietas tersebut di atas akan berperan sangat dominan dalam menentukan pendapatan petani kepala sawit. Ketidak-murnian benih yang ditanam akan mengakibatkan penurunan produksi dan mengakibatkan penurunan pendapatan atau bahkan rugi. Dengan beberapa informasi di atas dapat disimpulkan bahwa benih sangat berperan penting dalam menentukan produksi tanaman dan pendapatan petani.

Pada tingkat petani, penggunaan varietas unggul dan benih bermutu atau benih bina adalah salah satu faktor keberhasilan usaha dan pembangunan perkebunan. Penggunaan benih bina oleh petani masih bervariasi antar komoditi seperti kelapa sawit (85 %), kakao (26 %), kapas (18 %) dan tembakau (21 %).

Kebijakan pemerintah dalam mendukung program perbenihan melalui menyediakan benih unggul dan bermutu melalui prinsip 6(enam) tepat (waktu, jumlah, lokasi, jenis, mutu dan harga). Strategi pengembangan pola kemitraan usaha dengan swasta/penangkar benih/asosiasi petani di wilayah pengembangan ini dapat menjadi salah satu acuan bagi pemerintah untuk mendorong industri perbenihan yang menyediakan benih yang terjamin mutunya. Wujud dari pola kemitraan usaha tersebut salah satunya adalah melalui pengembangan industri perbenihan dan Model Waralaba; (*Franchising*). Dengan usaha tersebut diatas diharapkan akan tercipta usaha perbenihan yang profesional.

Perbenihan tanaman sangat berperan dalam penyediaan pangan (ketahanan pangan), sandang, papan, lapangan kerja dan ekonomi. Berikut ini akan diinformasikan beberapa peran perbenihan tanaman secara spesifik untuk masing-masing sektor.

Tahun 1987, Indonesia berhasil melakukan swasembada pangan. Salah satu hal yang menunjang keberhasilan tersebut adalah ditemukannya VUTW (Varietas Unggul Tahan Wereng). Indonesia yang pada tahun 1945 sampai dengan 1986 merupakan importir beras karena produktivitas benih padi hanya 4 ton per hektar dan sering terserang oleh hama wereng, maka kebutuhan pangan tidak dapat dipenuhi dan mengakibatkan harus selalu import beras. Setelah ditemukan padi VUTW, produktivitas beras per hektar meningkat dari 4 ton/hektar menjadi 6-8 ton/hektar. Dengan adanya peningkatan produksi beras tersebut maka Indonesia berhasil memenuhi kebutuhan pangan dalam negeri.

Perbenihan tanaman merupakan bidang yang memerlukan banyak tenaga

kerja. Dengan demikian sektor perbenihan merupakan bagian dari penyediaan tenaga kerja di bidang pertanian. Benih tanaman sebagai langkah awal dari kegiatan pertanian, telah berperan dalam bidang ekonomi dengan adanya peningkatan penambahan devisa dari ekspor benih dan peningkatan pendapatan petani yang beralih dari petani budidaya menjadi penangkar benih.

Benih tanaman penghasil kayu dan kertas sangat dipengaruhi oleh varietas benih yang ditanam. Penemuan varietas jati unggul seperti mas dapat memperpendek masa budidaya tanaman jati. Varietas jati lokal dapat dipanen pada umur 20-30 tahun sedangkan jati mas dapat dipanen dalam jangka waktu 12-20 tahun. Masa budidaya yang singkat sangat menguntungkan ketersediaan bahan baku papan.

## Ringkasan

Setelah mempelajari BAB 1. siswa diharapkan telah menguasai kompetensi-kompetensi berikut:

1. Menjelaskan potensi pembenihan tanaman.
2. Menjelaskan peran pembenihan tanaman.

Potensi pembenihan tanaman	Peran pembenihan tanaman
<ul style="list-style-type: none"><li>• Potensi pengembangan usaha pembenihan tanaman untuk memenuhi kebutuhan benih dalam negeri.</li><li>• Potensi pengembangan usaha pembenihan tanaman untuk ekspor.</li><li>• Potensi kerjasama perusahaan benih dengan petani penangkar benih.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Benih merupakan factor penentu produksi tanaman.</li><li>• Pembenihan tanaman sangat berperan dalam penyediaan bahan baku pangan, papan dan sandang.</li><li>• Pembenihan tanaman berperan penting dalam keberhasilan Indonesia dalam program swasembada pangan tahun 1987.</li><li>• Pembenihan tanaman berperan dalam penyediaan tenaga kerja terampil sehingga mengurangi pengangguran.</li><li>• Pembenihan tanaman dapat meningkatkan pendapatan petani.</li><li>• Pembenihan tanaman dapat meningkatkan perekonomian bangsa.</li></ul>

SOAL:

1. Jelaskan dengan singkat dan jelas minimal 2 potensi dan peran pembenihan tanaman untuk ekspor.
2. Bagaimana peran benih padi VUTW pada tahun 1987 dibandingkan dengan peran VUTW pada tahun 2007.

TUGAS:

1. Wawancarai minimal satu orang petani / pengusaha penangkar benih tentang perbandingan pendapatan mereka saat menangani usaha pembenihan tanaman dibandingkan dengan usaha sebelumnya.
2. Lakukan observasi terhadap aktivitas petani penangkar benih.

## BAB 2. KARAKTERISTIK TUMBUHAN

### 2.1 Anatomi Dan Morfologi Tumbuhan

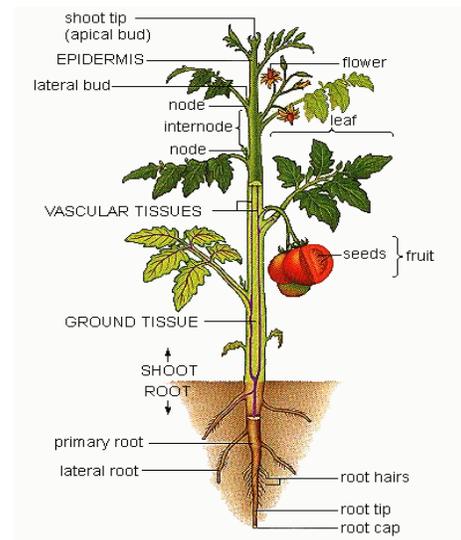
Tanaman adalah tumbuhan yang dibudidayakan. Tanaman merupakan makhluk hidup yang dapat memproduksi makanan sendiri. Semua jenis tanaman, mulai dari yang berukuran kecil sampai dengan pohon yang sangat besar mempunyai kesamaan anatomi atau struktur. Anatomi tanaman terdiri akar, batang, daun, bunga dan buah.

#### a. Struktur tubuh tumbuhan

Struktur tubuh tanaman terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan buah. Akar tanaman terdiri dari tudung akar, ujung akar, rambut akar. Akar tanaman terdiri dari dua jenis yaitu akar primer dan akar lateral. Akar primer adalah akar utama sedangkan akar lateral adalah akar yang tumbuh dari akar primer.

Batang tanaman adalah bagian tanaman yang tumbuh di atas akar atau tumbuh di atas permukaan media tanam (tanah, air atau media tanam lainnya). Pada batang tanaman terdapat jaringan batang bagian bawah (*ground tissue*) yang menghubungkan bagian akar dengan dengan batang tanaman bagian atas. Jaringan lainnya yang terdapat pada batang adalah jaringan pembuluh yang terdiri dari xilem (jaringan pengangkut air) dan floem (jaringan pengangkut hasil fotosintesis). Seluruh tubuh tanaman dilindungi oleh sel epidermis. Pada batang tanaman terdapat daun, kemudian pada saat tanaman dewasa, pada organ batang akan tumbuh dan berkembang bunga. Bunga tanaman mempunyai putik dan

benang sari, dan pada kondisi yang tepat, putik akan diserbuki oleh tepung sari sehingga menjadi buah. Dalam buah yang berkualitas baik akan tumbuh biji sebagai cikal bakal generasi tanaman yang selanjutnya. Bagian-bagian tanaman secara lengkap disajikan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Struktur tubuh tanaman (Encarta Ensiklopedia, 2006).

#### b. Sel

Sel merupakan unit organisasi terkecil yang menjadi dasar kehidupan. Semua fungsi kehidupan diatur dan berlangsung di dalam sel. Sel dapat berfungsi secara otonomi (dapat berdiri sendiri/ independen) asalkan seluruh kebutuhan hidupnya terpenuhi. Makhluk hidup (organisma) dapat tersusun dari satu sel tunggal (uniselular, misalnya [bakteri](#), dan beberapa jamur dan [protozoa](#)) atau terdiri dari banyak sel (multiselular). Pada organisma

multiselular terjadi pembagian tugas sel-sel penyusunnya, dan dijadikan dasar untuk klasifikasi makhluk hidup.

Pada tahun 1665, seorang ilmuwan Inggris [Robert Hooke](#) meneliti irisan tipis [gabus](#) dengan menggunakan [mikroskop](#) yang dirancangnya sendiri. Kata *sel* berasal dari kata [Latin](#) *cellulae* yang berarti 'kamar-kamar kecil'

Kemudian seorang ahli mikrobiologi yaitu [Anton van Leeuwenhoek](#) melakukan pengamatan terhadap benda-benda dan jasad-jasad renik (mikroba) dan hasil pengamatannya menemukan ada "kehidupan di dunia lain" yaitu kehidupan mikroba (organisma yang berukuran kecil) yang belum pernah dilihat oleh manusia. Penemuan ini menjadi dasar bagi perkembangan bidang [biologi](#) yang penting saat ini yaitu [mikrobiologi](#) (ilmu yang mempelajari perkembangan dan pertumbuhan makhluk hidup yang berukuran kecil / mikroba).

Perkembangan mikroskop selama hampir 200 tahun berikutnya telah memberikan kesempatan bagi para ahli untuk meneliti susunan tubuh makhluk hidup. Berbagai penelitian telah dilakukan oleh 2 orang ilmuwan dari Jerman yaitu [Matthias Schleiden](#) (ahli tumbuhan, 1804-1881) dan [Theodor Schwann](#) (ahli hewan, 1810-1882). Mereka menyimpulkan bahwa setiap makhluk hidup tersusun dari sel. Selanjutnya pada tahun 1885 seorang ilmuwan Jerman, [Rudolf Virchow](#), mengamati bahwa sel dapat membelah diri dan membentuk sel-sel baru.

#### c. Perbedaan sel tumbuhan dan sel hewan

Sel [tumbuhan](#) dan sel [hewan](#) mempunyai beberapa perbedaan seperti tercantum pada Tabel 1. Struktur dan fungsi-fungsi sel semua organisme hampir sama, namun proses evolusi yang dialami oleh masing-masing kelompok organisme (Phylum) memiliki kekhususan

tersendiri. Sel-sel prokariota (organisme bersel satu seperti bakteri, beberapa fungi dan protozoa) beradaptasi dengan kehidupan uniselular sedangkan sel-sel eukariota (organisme yang mempunyai inti sel yang dikelilingi membran inti) beradaptasi untuk hidup saling berinteraksi dengan organisme lain sehingga menjadi suatu organisasi makhluk hidup yang sangat harmonis.

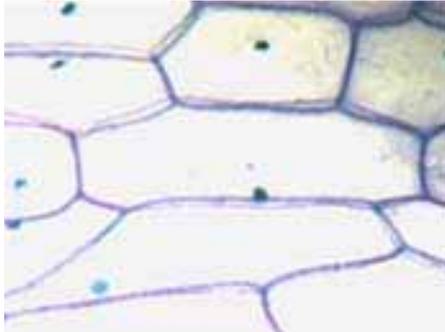
#### d. Struktur sel

Struktur sel makhluk hidup pada umumnya minimal terdiri dari organel-organel [membran sel](#), [sitoplasma](#), dan [inti sel](#) atau nukleus. Sitoplasma dan nukleus secara bersama-sama dan berkelanjutan membentuk [protoplasma](#). Di dalam sitoplasma terdapat berbagai [organel](#). Sel tumbuhan, alga dan prokariota mengembangkan [dinding sel](#) sedangkan sel hewan tidak mempunyai dinding sel. Beberapa organisme prokariot memiliki [flagella](#) pada selnya untuk memudahkan pergerakan.

Tabel 2.1. Perbedaan Sel Tumbuhan Dan Hewan.

Sel tumbuhan	Sel hewan
Ukuran sel lebih besar.	Ukuran sel lebih kecil.
Bentuk sel tetap.	Bentuk sel tidak tetap (fleksibel/ lentur).
Mempunyai dinding sel	Tidak mempunyai dinding sel
Mempunyai klorofil	Tidak mempunyai klorofil
Mempunyai vakuola atau rongga sel yang besar.	Tidak mempunyai vakuola, walaupun terkadang beberapa sel hewan uniseluler memiliki vakuola (tetapi tidak sebesar yang dimiliki)

	tumbuhan).
Menyimpan energi dalam bentuk granula (seperti biji) berupa kanji.	Menyimpan makanan dalam bentuk granula (seperti biji) yaitu glikogen.



Gambar 2.2.

Sel selaput penyusun umbi bawang bombay (*Allium cepa*). Tampak dinding sel dan inti sel (berupa noktah di dalam setiap 'ruang'). Perbesaran 400 kali (Nurwardani, 2005)

### 1). Membran sel

Membran sel adalah suatu selaput tipis yang membatasi segala kegiatan yang terjadi di dalam sel sehingga tidak mudah terganggu oleh pengaruh dari luar. Oleh sebab itu, membran sel bersifat 'selektif permeabel'. Membran sel secara otomatis dapat menentukan bahan-bahan tertentu saja (nutrisi yang dibutuhkan untuk kehidupan sel) yang dapat masuk ke dalam dan keluar dari sel. Pada sel tumbuhan, dalam kondisi normal, membran sel selalu melekat pada dinding sel sebagai akibat adanya tekanan turgor dari dalam sel.

### 2). Sitoplasma

Fungsi utama sitoplasma yang berupa cairan kental adalah menjamin kelangsungan hidup sel (metabolisme). Hampir semua kegiatan metabolisme berlangsung di dalam ruangan berisi cairan kental ini. Di dalam sitoplasma terdapat organel-organel yang melayang-

layang (terapung) dalam cairan kental (bersifat kolloid, namun tidak homogen) yang disebut *matriks*. Organel-organel dalam sel akan menjalankan banyak fungsi kehidupan seperti sintesis bahan, respirasi (perombakan energi dari proses pernafasan), penyimpanan, serta reaksi terhadap rangsang. Sebagian besar proses di dalam sitoplasma diatur secara enzimatik (suatu proses yang memerlukan protein spesifik sehingga mempercepat berlangsungnya suatu proses metabolisme).

Selain organel, terdapat pula vakuola, retikulum endoplasma, kloroplas (organel khusus yang hanya terdapat dalam sel tumbuhan), mitokondria, benda golgi dan berbagai produk sekunder lain. Vakuola memiliki peran penting sebagai tempat penampungan produk sekunder yang berbentuk cair, sehingga disebut pula 'cairan sel'. Cairan yang mengisi vakuola ber-beda-beda, tergantung letak dan fungsi sel.

### 3). Nukleus

Nukleus mengendalikan kegiatan yang terjadi pada sitoplasma. Di dalam nukleus terdapat kromosom yang berisi DNA yang merupakan cetak biru bagi pembentukan berbagai protein (terutama enzim). Enzim diperlukan dalam menjalankan berbagai fungsi pada sitoplasma. Di dalam nukleus terdapat nukleolus.

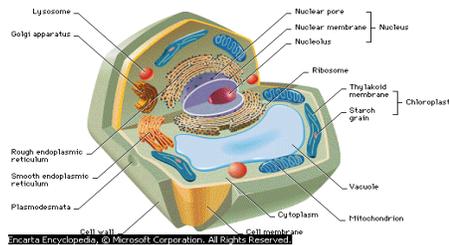
### 4). Organel

Manusia memiliki banyak organ yang berbeda seperti jantung, paru-paru dan lambung, yang fungsinya yang berbeda-beda. Tumbuhan mempunyai organ seperti akar, batang, daun, bunga dan buah.

Demikian pula dengan sel. Sel memiliki *organ* yang disebut organel (berarti 'organ kecil'). Berikut adalah macam-macam benda dalam sel

(khususnya sitoplasma) yang digolongkan sebagai organel:

- Mitokondria.
- [Plastida](#) (hanya sel tumbuhan dan sejumlah alga),
- Badan golgi atau benda golgi atau diktiosom,
- [Ribosom](#),
- Retikulum endoplasma,
- Peroksisom
- [Vakuola](#)



Gambar 2.3.

Sel tumbuhan dan berbagai organel sel ( Encarta, 2005).

#### e. Akar

Akar adalah bagian pokok di samping batang dan daun bagi tumbuhan. Akar tumbuhan memiliki sifat-sifat sebagai berikut. Akar merupakan bagian tumbuhan yang biasanya terdapat di dalam tanah, dengan arah tumbuh ke pusat bumi ([geotrop](#)) atau menuju ke air (hidrotrop), selalu tumbuh ke arah yang berlawanan dengan udara dan cahaya. Pada umumnya akar tidak berbuku-buku, tidak beruas dan tidak menjadi tempat tumbuh dan berkembangnya daun-daun atau sisik-sisik maupun bagian-bagian lainnya.

Akar tidak berwarna hijau, biasanya berwarna keputih-putihan atau kekuning-kuningan. Pada ujungnya akar selalu tumbuh, tetapi umumnya pertumbuhannya masih kalah cepat jika dibandingkan dengan bagian di atas permukaan tanah. Selanjutnya, ujung

akar sering-kali meruncing, hingga lebih mudah untuk menembus tanah.



Gambar 2.4.

Akar tanaman yang dibudidayakan secara hidroponik

Fungsi akar bagi tumbuhan ada-lah memperkuat berdirinya [tumbuhan](#), untuk menyerap air dan zat-zat nutrisi (makanan tanaman) yang terlarut di dalam air tanah atau larutan hara tanaman, mengangkut air dan zat-zat makanan yang telah diserap ke bagian tubuh tumbuhan yang memerlukan nutrisi.

Akar tanaman kadang-kadang berfungsi sebagai tempat untuk penimbunan makanan. Secara umum, ada dua jenis akar yaitu:

##### 1). Akar serabut.

Akar ini umumnya terdapat pada tumbuhan [monokotil](#). Walaupun terkadang, tumbuhan [dikotil](#) juga memilikinya (dengan catatan, tumbuhan dikotil tersebut dikembang-biakkan secara vegetatif seperti [cangkok](#), atau [stek](#)). Fungsi utama akar serabut adalah untuk memperkokoh berdirinya tumbuhan.

## 2). Akar tunggang.

Akar ini umumnya terdapat pada tumbuhan dikotil. Fungsi utama akar tunggang adalah untuk menyimpan makanan.

## 3). Modifikasi akar

Akar tumbuhan sering kali mengalami perubahan bentuk (modifikasi) sesuai dengan fungsi dan kondisi lingkungan serta jenis tumbuhannya. Ada beberapa jenis modifikasi akar, antara lain sebagai berikut.

### a). Akar napas.

Akar nafas yaitu bagian akar yang naik ke atas tanah, khususnya ke atas air seperti pada tumbuhan mangrove dari genera [Avicennia](#), dan [Soneratia](#)

### b). Akar gantung.

Akar gantung yaitu akar yang sepenuhnya berada di atas tanah. Akar gantung terdapat pada tumbuhan [epifit](#) seperti [anggrek](#).

### c). Akar banir.

Akar banir ialah akar yang banyak terdapat pada tumbuhan tropik.

### d). Akar penghisap

akar penghisap ialah akar yang terdapat pada tumbuhan jenis [parasit](#) seperti [benalu](#).

## f. Batang

Batang merupakan bagian dari [tumbuhan](#) yang amat penting. Kedudukan batang bagi tubuh tumbuhan, batang dapat disamakan dengan sumbu tubuh tumbuhan. Pada umumnya batang mempunyai sifat-sifat berikut :

- Batang tanaman umumnya berbentuk panjang bulat seperti [silinder](#) atau dapat pula mempunyai bentuk lain, akan tetapi selalu bersifat aktinomorf.

- Batang tanaman terdiri atas ruas-ruas. Masing-masing ruas dibatasi oleh buku-buku dan pada buku-buku batang terdapat daun.
- Batang biasanya tumbuh ke atas menuju cahaya atau matahari (bersifat fototrop atau heliotrop)
- Batang selalu bertambah panjang di ujungnya, oleh sebab itu sering dikatakan, bahwa batang mempunyai pertumbuhan yang tidak terbatas.
- Batang tanaman membentuk percabangan dan selama hidupnya, tidak akan digugurkan (digantikan dengan yang lebih muda), kecuali kadang-kadang cabang atau ranting yang kecil.
- Batang tanaman pada umumnya tidak berwarna hijau, kecuali tumbuhan yang umurnya pendek, misalnya rumput dan pada saat batang masih muda.

## g. Daun

Daun merupakan salah satu [organ tumbuhan](#) yang tumbuh pada [batang](#), umumnya berwarna hijau dan berfungsi sebagai penangkap [energi](#) cahaya [matahari](#) melalui [fotosintesis](#). Daun merupakan organ terpenting bagi tumbuhan karena tumbuhan adalah organisme [autotrof](#) obligat (dapat membuat energi untuk kehidupannya), ia harus memasok kebutuhannya sendiri melalui konversi energi cahaya menjadi energi [kimia](#). Bentuk daun sangat beragam, namun biasanya berupa helaian. Ketebalan daun pun beragam ada tipis, sedang atau tebal. Gambaran dua dimensi daun digunakan sebagai pembeda bagi bentuk-bentuk daun. Bentuk dasar daun membulat, dengan variasi cuping menjari atau menjadi elips dan memanjang.

Daun juga bisa bermodifikasi menjadi [duri](#) (misalnya pada [kaktus](#)), dan mengakibatkan daun kehilangan

fungsinya sebagai organ [fotosintetik](#). Daun tumbuhan [sukulen](#) (mengandung air dalam jumlah yang banyak) atau *xerofit* juga dapat mengalami peralihan fungsi menjadi organ penyimpan air.

Warna hijau pada daun berasal dari kandungan [klorofil](#) pada daun. Klorofil adalah senyawa [pigmen](#) yang berperan dalam menyeleksi panjang gelombang cahaya yang energinya diambil dalam fotosintesis. Sebenarnya daun juga memiliki pigmen lain, misalnya [karoten](#) (berwarna jingga), [xantofil](#) (berwarna kuning), dan [antosianin](#) (berwarna merah, biru, atau ungu, tergantung [derajat keasaman](#)).

Daun tua kehilangan klorofil sehingga warnanya berubah menjadi kuning atau merah (dapat dilihat dengan jelas pada daun yang gugur).

Daun tanaman berfungsi sebagai:

- Tempat terjadinya fotosintesis.
- Sebagai organ pernapasan (pada daun terdapat stomata yang berfungsi sebagai organ respirasi).
- Tempat terjadinya [transpirasi](#).
- Tempat terjadinya gutasi.
- Alat perkembangbiakkan secara [vegetatif](#) (seperti tunas daun cocor bebek yang dapat digunakan sebagai bahan untuk memperbanyak tanaman secara stek daun).

Anatomi daun adalah sebagai berikut:

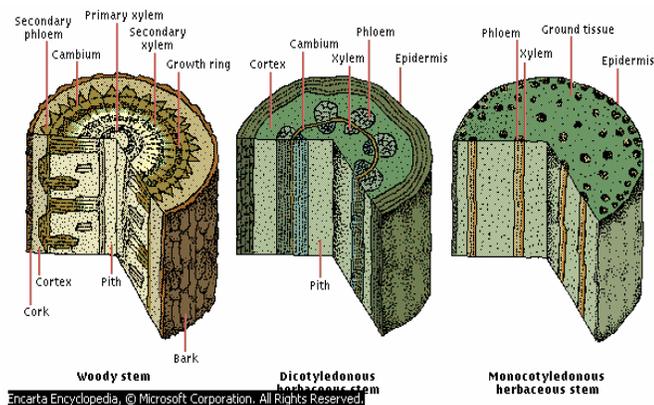
- Epidermis terbagi atas *epidermis atas* dan *epidermis bawah*. Epidermis

berfungsi melindungi jaringan di bawahnya.

- Jaringan palisade atau jaringan tiang adalah jaringan yang berfungsi sebagai tempat terjadinya [fotosintesis](#)
- Jaringan spons atau jaringan bunga karang yang berongga. Jaringan ini berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan.
- Berkas pembuluh angkut yang terdiri dari [xilem](#) atau *pembuluh kayu* dan [floem](#) atau *pembuluh tapis*. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan garam-garaman yang diserap akar dari dalam tanah ke daun (untuk digunakan sebagai bahan [fotosintesis](#)). Sedangkan floem berfungsi untuk mengangkut hasil [fotosintesis](#) ke seluruh tubuh tumbuhan.
- Stoma (jamak: stomata) berfungsi sebagai [organ](#) respirasi. Stoma mengambil CO<sub>2</sub> dari udara untuk dijadikan bahan [fotosintesis](#) karena mengandung klorofil. Kemudian stoma akan mengeluarkan O<sub>2</sub> sebagai hasil [fotosintesis](#). Stoma pada daun identik dengan hidung manusia, dimana stoma mengambil CO<sub>2</sub> dari udara dan mengeluarkan O<sub>2</sub>, sedangkan hidung mengambil O<sub>2</sub> dan mengeluarkan CO<sub>2</sub>. Stoma terletak di epidermis bawah. Selain stoma, tumbuhan tingkat tinggi juga bernafas melalui lentisel yang terletak pada batang.



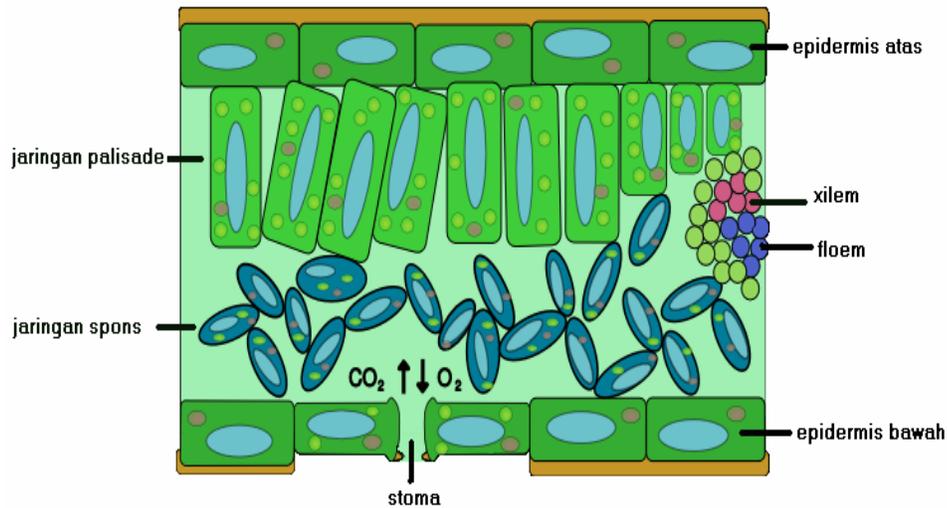
Gambar 2.5 Berbagai bentuk batang dari berbagai jenis tanaman



Gambar 2.6 Irisan melintang batang tanaman dengan struktur jaringan pengangkut air dan hasil fotosintesis.



Gambar 2.7 . Daun segar membutuhkan cahaya untuk melangsungkan proses fotosintesis (kiri) dan daun tua telah kehilangan klorofil karena proses penuaan (kanan)



Gambar 2.8. Model irisan melintang daun tumbuhan

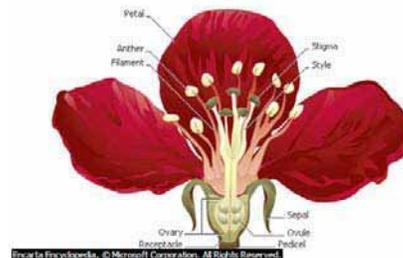
## h. Bunga

Bunga adalah organ reproduksi pada sebagian besar tumbuhan yang sering memproduksi buah yang mengandung biji sebagai calon benih. Tidak semua biji tanaman dihasilkan dari bunga, sebagai contoh adalah cornifera mempunyai benih telanjang pada suatu bentuk spesifik berupa *cone*.

## i. Buah dan biji

Buah pada umumnya merupakan organ tanaman tempat menyimpan benih dan hasil foto-sintesis. Biji sebagai calon benih yang pada umumnya berada di dalam buah terbentuk melalui proses berikut: setelah tepung sari mendarat dengan tepat pada kepala putik, maka dengan segera dan secara bersama-sama jaringan pembuahan tersebut akan menyerap air dan nutrisi tanaman berupa gula dan akan membentuk tabung sari. Tabung sari akan tumbuh dan menembus tangkai putik (*style*), menuju ke arah kantung lembaga. Di tempat tersebut sel jantan bertemu dengan sel telur, untuk membentuk zigot. Zigot akan tumbuh menjadi embrio biji.

Pembuahan adalah permulaan dari pertumbuhan ovarium yang cepat dan selanjutnya berkembang menjadi biji. Pada biji yang sedang berkembang, perkembangan embrio didahului oleh pertumbuhan endosperm. Perkembangan biji akan diakhiri dengan pembentukan integumen pada jaringan ovarium induk. Biji akan tumbuh dan berkembang sampai menjadi bentuk yang sempurna dan memenuhi standar untuk menjadi benih.



Gambar 2.9

Bunga tumbuhan yang sempurna memiliki bagian-bagian sebagai berikut: tangkai bunga, putik, sel telur, tangkai putik, kepala putik, kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari, dan serbuk sari.

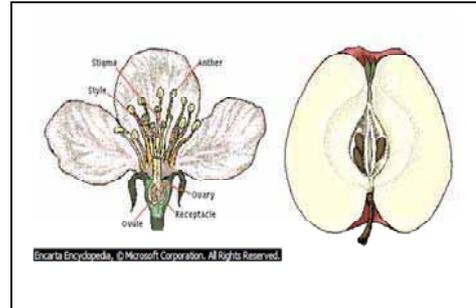
## 2.2 Anatomi dan Morfologi Biji Tumbuhan

Biji yang memenuhi kriteria tertentu dapat dijadikan benih. Benih tanaman yang ditumbuhkan pada media semai yang mengandung air akan tumbuh dan berkembang menjadi bibit. Pertumbuhan bibit sangat tergantung pada cadangan makanan di dalam benih (endosperm). Cadangan makanan dalam benih adalah karbohidrat, lemak dan protein.

Benih yang ditumbuhkan pada media semai akan melakukan proses perkecambahan (germination). Perkecambahan benih sangat dipengaruhi oleh viabilitas benih dan lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan bibit. Benih yang sedang berkecambahan sangat peka terhadap penyakit tanaman dan gangguan fisik sehingga selama proses ini sangat memerlukan perlindungan (proteksi).

Perlindungan kecambah atau bibit muda sebaiknya dilakukan dengan memasang pelindung berupa naungan dari plastik atau paranet. Naungan berfungsi sebagai pelindung kecambah dan bibit muda dari sengatan sinar matahari, dan organisme pengganggu tanaman.

Pada biji monokotil, morfologi biji terdiri dari kulit biji, endosperm, kotiledon, dan embrio. Pada biji tanaman Gymnospermae, morfologi biji terdiri dari kulit biji (*testa*), mega gametofit, embrio yang terdiri dari kotiledon dan calon akar), sedangkan untuk biji dikotiledon terdiri dari kulit biji (*testa*) dan embrio (dua kotiledon, calon akar dan calon daun pertama) Untuk memperjelas gambaran proses perkecambahan biji dapat dilihat pada gambar perkecambahan biji tembakau (*Nicotiana tabacum*),

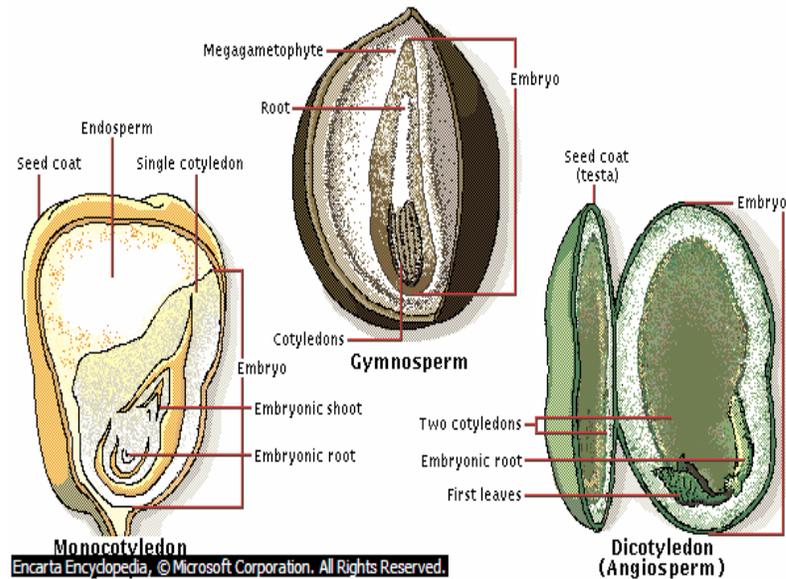


Gambar 2.10.

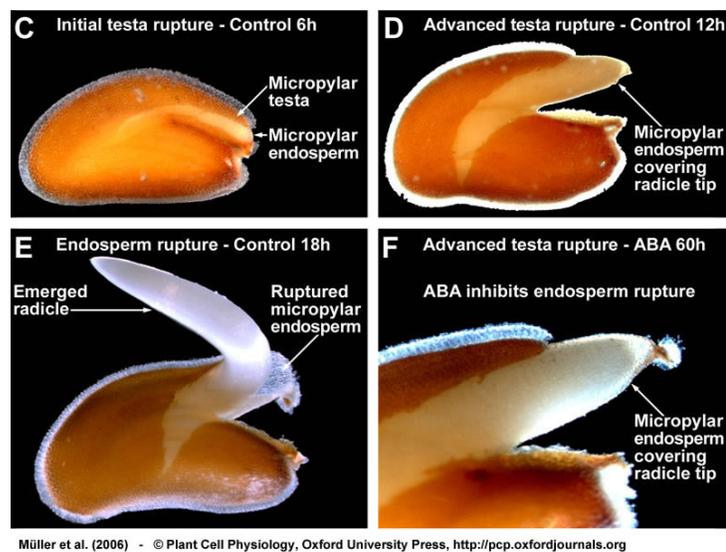
Biji tanaman yang terbentuk dari hasil pembuahan (bertemuinya putik dengan serbuk sari dan berkembang menjadi zigot)

## 2.3 Pertumbuhan Dan Perkembangan Tumbuhan

Biji dari berbagai spesies tumbuhan akan berkecambah apabila, suhu menguntungkan, persediaan oksigen memadai dan kelembaban media tumbuh cukup dan kontak secara langsung dengan biji. Pada beberapa spesies walaupun kondisi di atas terpenuhi tetapi biji tidak dapat berkecambah. Hal tersebut disebabkan oleh belum tuntasnya masa dormansi (istirahat) biji tersebut. Biji-biji kelompok ini umumnya berasal dari daerah beriklim sub tropis. Periode dormansi yang telah dilewati akan menyebabkan perkecambahan biji pada kondisi suhu yang optimal, adanya persediaan oksigen dan air.



Gambar 2.11 Morfologi benih tumbuhan



Gambar 2.12

Tahapan perkecambahan benih tembakau (*Nicotiana tabacum*). A. Enam jam pertama: mikropilar kulit biji terluar akan merekah sehingga memudahkan endosperm menembus kulit biji. B. Pada saat enam jam kedua, mikropilar endosperm menyelimuti ujung radikula (calon akar). C. Pada saat enam jam ke tiga, radikula mulai keluar dari biji. D. Pada penambahan hormon ABA, mikropilar endosperm akan menyelimuti radikula pada saat 60 jam setelah perkecambahan (ABA menghambat mikropilar menyelimuti radikula). ((Muller *et al.*,2004).

Perkecambahan dapat terjadi walaupun tanah atau media semai tidak mengandung unsur hara karena di dalam biji sudah mengandung cukup persediaan makanan agar lembaga dapat tumbuh selama masa persemaian. Benih akan berkecambah, setelah keluar kotiledon harus ditambahkan air dan beberapa unsur hara pada media tanamnya. Suhu yang paling optimal untuk perkecambahan biji adalah 15-38°C. Oksigen bebas sangat diperlukan untuk respirasi yang akan menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Ketidak-tersediaannya oksigen akan memperlambat atau mencegah perkecambahan benih. Kelembaban media tanam yang terlalu berlebihan akan menghambat proses perkecambahan. Kondisi inipun akan mempertinggi kemungkinan benih terserang oleh organisme pengganggu tanaman, terutama dari golongan bakteri dan fungi, dan akan mengakibatkan benih mati atau tumbuh tidak normal. Benih harus mendapatkan jumlah air yang tepat untuk berkecambah, kondisi kelebihan air akan menyebabkan oksigen keluar dari dalam sel dan benih tidak dapat berkecambah. Sebaliknya jika kelembaban media kurang optimal benih tidak akan dapat menguraikan cadangan makanan dalam biji (jaringan endosperma) sehingga epikotil dan hipokotil tidak akan tumbuh dan berkembang.

Dalam keadaan yang menguntungkan untuk proses perkecambahan, benih mengabsorpsi air sehingga benih menjadi menggembung dan kulit biji pecah. Dengan segera air memasuki sel-sel jaringan lembaga dan endosperma. Kandungan air dalam sel benih akan naik dari tingkat praperkecambahan sebesar 8-14% menjadi lebih dari 90%.

Pada saat protoplasma sel menyerap uap air, maka berbagai proses kehidupan akan berlangsung. Hormon pertumbuhan dan perkembangan seperti asam indolasetat akan mulai berfungsi. Hormon ini mengatut pertumbuhan dan perkembangan hipokotil dan epikotil.

Sumber makanan yang tersimpan dalam endosperma dan kotiledon akan segera diproses melalui respirasi sehingga menghasilkan energi kimia yang penting untuk pembelahan sel, produksi protoplasma, dan proses-proses pertumbuhan lainnya. Ketika terjadi proses pencernaan cadangan makanan pada biji, respirasi dan asimilasi nutrisi ke dalam protoplasma, maka sel-sel pada ujung epikotil dan hipokotil mulai membelah dan membentuk sel-sel baru. Sel-sel ini mulai membesar pada saat menyerap air, kemudian protoplasma yang baru akan terbentuk.

Ujung hipokotil muncul melalui suatu celah pada kulit biji. Ujung hipokotil tumbuh menjadi akar primer. Akar ini mempunyai panjang 2 cm atau lebih. Akar primer akan menyerap air dan unsur hara dari tanah, sehingga dapat mensuplai epikotil tumbuh dengan baik dan akan menjadikan calon batang pertama.

Akar primer yang tumbuh akan menghasilkan akar-akar sekunder, kemudian tumbuh dan berkembang menjadi akar tersier. Dari epikotil akan tumbuh batang yang akan menghasilkan daun-daun serta berbagai cabang.

Tingkat perkecambahan biji sangat bervariasi, dalam kondisi lingkungan yang paling baik, akar-akar primer akan tumbuh dalam 36-96 jam. Perbedaan ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti ketebalan dan struktur kulit biji dan masa dormansi biji. Kecambah akan tumbuh dan berkembang menjadi tanaman dewasa. Dalam proses ini pertumbuhan

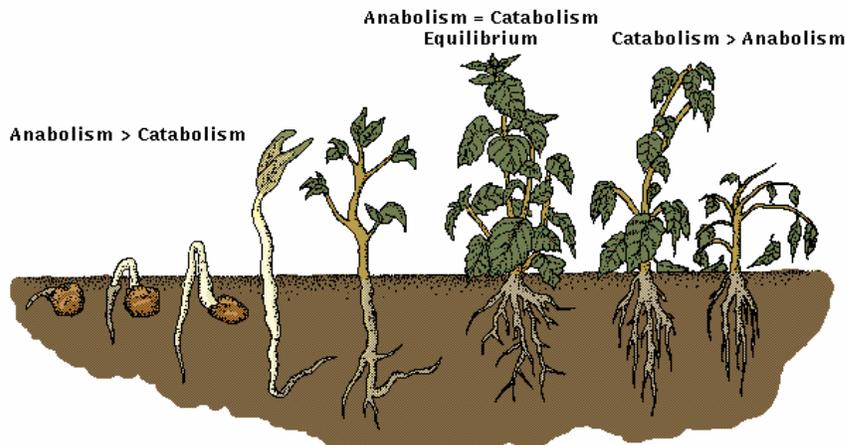
akan melibatkan pembuatan sel-sel baru dari sel-sel yang sudah ada sebelumnya. Disamping itu terdapat proses pembesaran sel yang baru terbentuk, sehingga sel akan membesar dan menjadi jaringan tanaman.

Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi untuk pertumbuhan normal adalah tersedianya energi kimia yang berasal dari proses respirasi. Tumbuhan yang sedang tumbuh harus memiliki protein dan senyawa organik lain untuk membangun protoplasma. Tumbuhan ini harus memiliki selulosa dan beberapa senyawa organik untuk membentuk dinding sel.

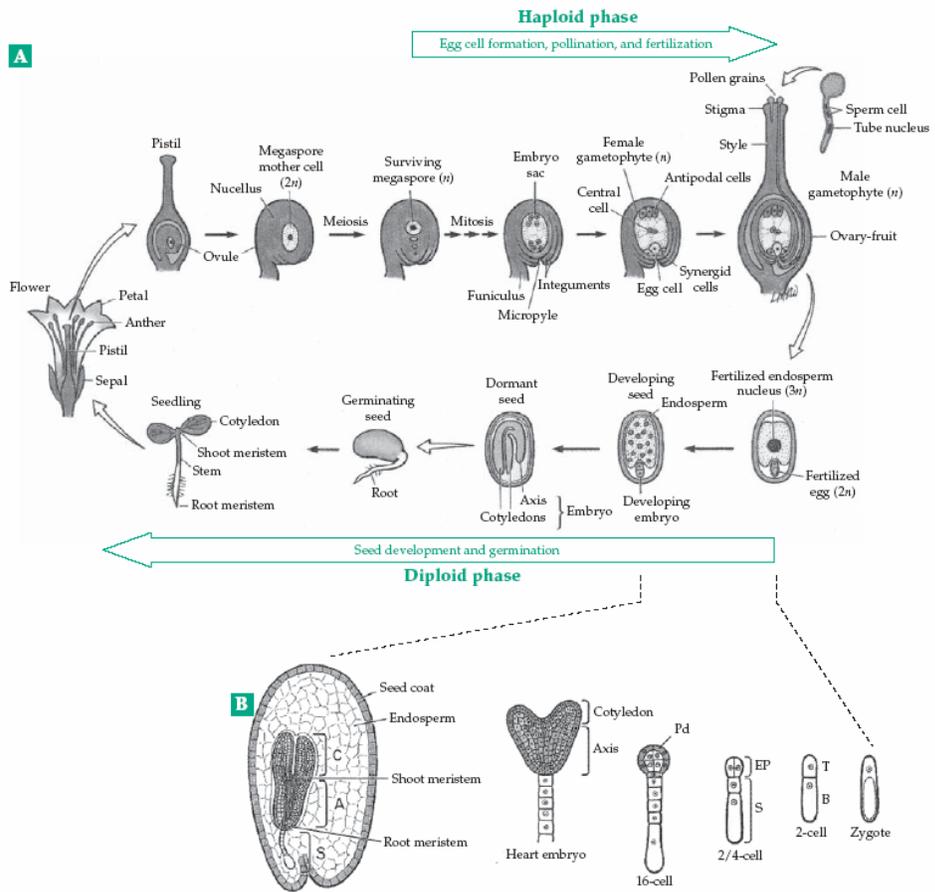
Sel yang baru terbentuk dengan cepat akan meningkat ukurannya karena adanya asimilasi makanan ke dalam protoplasma. Fase pertumbuhan yang berikutnya perkembangan sel, yaitu dengan ditandai terbentuknya jaringan-jaringan baru seperti sillem, floem, jaringan penguat, jaringan pembuat makanan, dan jaringan penyimpanan. Pada umumnya, sel dan jaringan yang sudah matang tidak akan membelah diri lagi, akan tetapi proses kehidupan yang terjadi hanya mempertahankan ciri spesifiknya serta fungsinya sepanjang masa hidup tumbuhan.

Pertumbuhan tumbuh-tumbuhan dikendalikan secara umum oleh hormon yang disintesis oleh tumbuhan dan terdapat pada semua jaringan. Hormon pertumbuhan IAA (Indol Acetic Acid) berfungsi dalam pembesaran sel, gugurnya daun dan jatuhnya buah, pertumbuhan buah dari bakal bunga menjadi bunga dan buah, interaksi timbal-balik tunas dan berbagai pertumbuhan lainnya. Salah satu contoh IAA adalah giberelin.

Selama masa pertumbuhan dan perkembangan, tumbuhan memerlukan air, unsur hara, karbondioksida dan oksigen, serta cahaya. Selama masa tersebut, organ-organ vegetatif seperti daun, batang, dan cabang tumbuhan akan tumbuh dan berkembang sampai akhirnya terbentuk organ generatif. Organ generatif tumbuhan yang minimal adalah terdiri dari benang sari dan putik. Proses perkembangbiakan secara generatif dimulai dari terjadinya pertemuan butir-butir serbuk sari dengan putik. Di dalam putik, butiran serbuk sari membentuk tabung, kemudian menjadi bakal biji yang terletak dalam bakal buah. Kondisi ini menandai adanya calon generasi tumbuhan berikutnya.



Gambar 2.13. Proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan; A. Proses benih berkecambah. B. Bibit. C. Tumbuhan dewasa. D. Tumbuhan sanesen (tua)



Gambar 2.14. Proses pertumbuhan dan perkembangan biji (fase haploid) serta proses penyerbukan (fase diploid).

## Ringkasan

Setelah mempelajari BAB 2. siswa diharapkan telah menguasai kompetensi-kompetensi berikut:

1. Anatomi dan morfologi tumbuhan
2. Anatomi dan morfologi biji tumbuhan.
3. Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Anatomi dan morfologi tumbuhan	Anatomi dan morfologi biji tumbuhan	Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan
<ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur tubuh tumbuhan.</li><li>• Sel tumbuhan</li><li>• Perbedaan sel tumbuhan dan hewan.</li><li>• Akar.</li><li>• Batang</li><li>• Daun.</li><li>• Bunga</li><li>• Buah dan biji.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bagian-bagian biji monokotil.</li><li>• Bagian-bagian biji dikotil.</li><li>• Tahapan perkecambahan.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman meliputi: proses benih berkecambah, pertumbuhan dan perkembangan bibit, tumbuhan tumbuh dewasa dan proses sanesen (tua).</li></ul>

### SOAL:

1. Jelaskan dengan ringkas tentang perbedaan dan persamaan sel tumbuhan dan hewan
2. Gambarkan bagian-bagian biji tumbuhan

### TUGAS:

1. Amati proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman tanaman padi
2. Lakukan observasi di lingkungan sekolah terhadap 20 jenis tumbuhan. Kelompokkan tumbuhan atau tanaman yang mana yang termasuk dikotil dan mookotil.

## BAB 3. TEKNIK PRODUKSI BENIH VEGETATIF TANAMAN

### 3.1. Dasar-dasar Pembibitan dan Produksi Benih Tanaman.

Teknik pembenihan vegetatif tanaman bertujuan untuk menghasilkan individu keturunan tanaman yang mempertahankan sifat baik dari induknya. Keturunan tanaman yang berasal dari proses pembenihan vegetatif dari dua induk yang mempunyai keunggulan. Keduanya dapat memadukan dua keunggulan tersebut sehingga mempunyai sifat-sifat lebih baik dari kedua induknya disebut bibit unggul.

Bibit unggul adalah tanaman muda yang memiliki sifat unggul yaitu mampu menunjukkan sifat asli induknya dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, dan tahan terhadap hama dan penyakit.

Pada kegiatan usaha pembenihan tanaman terdapat beberapa prinsip dasar yang selalu digunakan oleh setiap industri pembenihan yaitu:

- Investasi modal usaha.
- Investasi lahan pembenihan.
- Investasi bahan tanaman unggul (benih unggul)
- Penyiapan tenaga kerja profesional
- Penyiapan alat-alat produksi benih dan *quality control product*
- Pemahaman K-3
- Pesemaian
- Pemeliharaan pesemaian
- Penanaman
- Pemeliharaan benih
- Pengolahan benih (*seed processing*)
- Pengujian kualitas produk
- Penggudangan
- Sertifikasi
- Pemasaran
- Distribusi produk
- Layanan purna jual
- Penelitian dan pengembangan produk

### 3.2. Kesehatan Dan Keselamatan Kerja

Menurut Konradus (2003), Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan instrumen untuk memproteksi pekerja, perusahaan, lingkungan hidup, dan masyarakat sekitar dari bahaya akibat kecelakaan kerja. Perlindungan tersebut merupakan hak asasi yang wajib dipenuhi oleh perusahaan. K3 bertujuan untuk mencegah, mengurangi, bahkan menihilkan risiko kecelakaan kerja (*zero accident*). Dalam hal ini ada 3 norma yang harus diperhatikan yaitu:

- norma kesehatan,
- norma keselamatan dan
- norma kerja nyata.

Pencegahan merupakan cara yang paling efektif. Oleh sebab itu dua hal terbesar yang menjadi penyebab kecelakaan kerja yaitu :

- perilaku yang tidak aman
- kondisi lingkungan yang tidak aman.

Berdasarkan data dari Biro Pelatihan Tenaga Kerja, penyebab kecelakaan yang pernah terjadi sampai saat ini adalah diakibatkan oleh perilaku yang tidak aman seperti:

- sembrono dan tidak hati-hati
- tidak mematuhi peraturan
- tidak mengikuti standar prosedur kerja
- tidak memakai alat pelindung diri
- kondisi badan yang lemah

Cara efektif untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja adalah dengan menghindari terjadinya lima perilaku tidak aman yang telah disebutkan di atas.

### a. Norma Kesehatan pekerja

Norma kesehatan kerja diharapkan menjadi instrumen yang mampu menciptakan dan memelihara derajat kesehatan kerja setinggi-tingginya. K3 dapat melakukan pencegahan dan pemberantasan penyakit akibat kerja, misalnya kebisingan, pencahayaan (sinar), getaran, kelembaban udara, dan lain-lain yang dapat menyebabkan kerusakan pada alat pendengaran, gangguan pernapasan, kerusakan paru-paru, kebutaan, kerusakan jaringan tubuh akibat sinar ultraviolet, kanker kulit, kemandulan, dan lain-lain.

Hal yang penting diperhatikan dalam penerapan kesehatan pekerja dalam bidang teknik perbenihan tanaman dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu penerapan dalam bidang teknik pembenihan tanaman secara generatif maupun vegetatif. Dalam teknik perbenihan tanaman secara generatif yang pada umumnya terdiri dari kegiatan persiapan lahan, pengolahan tanah, pesemaian, pembibitan, penanaman, pengairan, pemupukan, pengendalian hama, penyakit dan gulma, persilangan, pemanenan, penanganan pasca panen, prosesi benih dan pengemasan terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dan diupayakan untuk diterapkan yaitu:

- Penggunaan alat dan mesin-mesin
- Penggunaan bahan kimia
- Dalam aktivitas agribisnis perbenihan tanaman secara vegetatif baik secara konvensional (menyetek, mencangkok, menyambung dan lain-lain) hal-hal yang harus diperhatikan dalam kesehatan pekerja sama dengan dalam kegiatan teknik perbenihan secara generatif yaitu penggunaan alat mesin serta penggunaan bahan kimia.
- Dalam aktivitas agribisnis perbenihan tanaman secara vegetatif

dengan teknik kultur jaringan terdapat sedikit perbedaan yaitu harus memperhatikan minimal 3 hal dalam kesehatan pekerja yaitu; penggunaan alat dan mesin-mesin, penggunaan bahan kimia dan penggunaan lampu ultra violet dalam persiapan enkas untuk inokulasi bahan berupa sel atau jaringan tanaman.

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan adalah tindakan pertolongan pertama, regu penolong, pelayanan kesehatan kerja, perawatan kesehatan, tempat berteduh dan perumahan, gizi dan air minum. Jika terjadi gangguan kesehatan maka harus ada tempat untuk pelaporan, pencatatan, penyelidikan dan pemberitahuan penyakit dan kecelakaan kerja

Aktivitas perbenihan tanaman pada umumnya dilakukan di lokasi yang agak jauh dari kota. Oleh sebab itu harus ada pekerja yang terampil dalam prosedur PPPK (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan). Pelatihan ini meliputi perawatan luka terbuka, dan resusitasi. Dalam area di mana pekerja terlibat dengan resiko keracunan oleh bahan kimia atau asap, ular, serangga atau laba-laba penggigit atau bahaya spesifik lain, maka pelatihan pertolongan pertama harus diperluas melalui konsultasi dengan orang atau organisasi yang berkualitas. Alat atau kotak PPPK yang dirawat dengan baik harus siap tersedia di tempat kerja dan dilindungi terhadap pencemaran oleh kelembaban dan kotoran. Wadah ini harus ditandai dengan jelas dan tidak berisi apapun selain peralatan PPPK dan semua karyawan harus mengetahui tempat penyimpanan peralatan PPPK dan prosedurnya..

Jika dalam melakukan kegiatan agribisnis perbenihan terjadi kecelakaan harus terdapat alat komunikasi agar dapat dengan segera menghubungi regu penolong seperti rumah sakit, ambulance

atau dokter terdekat. Pada suatu lokasi perbenihan tanaman harus diupayakan adanya tempat berteduh dan berlindung. Selain itu lokasi perbenihan diupayakan agar dekat dengan

- Toko makanan
- Persediaan air bersih yang cukup.
- Fasilitas sanitary (ruang cuci, pancuran, kamar kecil atau kakus
- Fasilitas untuk mencuci dan mengeringkan pakaian
- Toko barang umum (terpisah dengan bahan mudah terbakar, bahan kimia).

Bila makanan disediakan oleh pengusaha, harus dipastikan bahwa masukan energi cukup untuk pelaksanaan pekerjaan fisik berat baik karbohidrat, lemak dan protein hewani.

#### **b. Norma Keselamatan kerja**

Norma keselamatan kerja merupakan sarana atau alat untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang tidak diduga yang disebabkan oleh kelalaian kerja serta lingkungan kerja yang tidak kondusif. Penerapan keselamatan kerja diharapkan mampu menihilkan kecelakaan kerja sehingga mencegah terjadinya cacat atau kematian terhadap pekerja, kemudian mencegah terjadinya kerusakan tempat dan peralatan kerja. Konsep ini juga mencegah pencemaran lingkungan hidup dan masyarakat sekitar tempat kerja.

Penerapan keselamatan kerja dalam bidang teknik perbenihan tanaman harus diterapkan dalam setiap aktivitas diantaranya adalah persiapan lahan, penanaman, pengairan, pemeliharaan tanaman tanpa bahan kimia, penanganan dan penanaman tanaman secara kimia (pemupukan dan pengendalian hama, penyakit dan gulma tanaman), pemanjangan, pemanenan, prosesing benih dan pengemasan.

Semua kegiatan perbenihan tanaman harus direncanakan dan diorganisir secara terpadu sehingga dapat mencegah pemborosan dan untuk memastikan tingkatan monitoring yang tepat sehingga pelaksanaan kerja dapat berjalan dengan aman.

Salah satu hal yang harus diperhatikan adalah adanya keterangan tentang :

- Jenis pekerjaan yang diperlukan
- Tujuan kegiatan
- Lokasi tempat kerja yang ditunjuk,
- Jadwal waktu untuk kegiatan spesifik:
- Spesifikasi produk atau hasil lain:
- Spesifikasi untuk metoda kerja yang digunakan:
- Orang yang bertanggung jawab untuk melaksanakan dan mengawasi kegiatan:
- Rencana darurat dalam cuaca buruk atau terdapat masalah dengan peralatan.

Untuk setiap tugas diupayakan dipilih metoda terbaik dan paling aman. Penggunaan alat dan bahan harus dilakukan dengan metoda yang distandardisasi dan telah disetujui. Jika memungkinkan untuk dapat dipraktekkan, pekerjaan manual dan motor-manual perlu didukung dengan mesin, terutama sekali untuk mengurangi mengangkat dan membawa muatan berat dan untuk mengurangi potensi bahaya yang timbul dari penanganan mesin bertenaga dan dipegang dengan tangan.

Penggunaan bahan, alat dan mesin dalam teknik perbenihan diupayakan untuk memenuhi kriteria di bawah ini; Semua perkakas, mesin dan bahan-kimia berbahaya yang digunakan dalam pembenihan harus:

- Memenuhi syarat keselamatan dan kesehatan kerja sebagaimana ditentukan dalam standar internasional atau nasional dan rekomendasi.

- Digunakan hanya untuk pekerjaan yang telah dirancang atau dikembangkan, kecuali jika suatu penggunaan tambahan yang diusulkan telah dinilai oleh seorang yang kompeten yang telah menyimpulkan bahwa penggunaan alat dan bahan yang digunakan adalah aman:
- Digunakan atau dioperasikan hanya oleh para pekerja yang telah dinilai berkompeteren dan/atau memegang sertifikat ketrampilan yang sesuai.

Dalam melakukan kegiatan perbenihan tanaman sebaiknya menggunakan pakaian kerja dan alat pelindung diri ketentuan umum untuk pakaian kerja adalah sebagai berikut:

- Pakaian kerja harus dibuat dari bahan yang menjaga badan pekerja tetap kering dan berada pada temperatur yang nyaman. Untuk pekerjaan dalam iklim panas dan kering, pakaian yang sesuai harus digunakan untuk menghindari isolasi panas yang berlebihan dan memudahkan pengeluaran keringat. Pakaian pelindung yang sesuai harus disediakan jika ada suatu resiko radiasi UV atau bahan yang beracun.
- Pakaian harus mempunyai warna yang kontras agar pekerja terlihat dengan jelas.
- Bila menggunakan bahan kimia berbahaya, alat pelindung diri harus disediakan sesuai keselamatan dalam penggunaan bahan kimia di tempat kerja.
- Alat pelindung diri harus mematuhi standar internasional atau nasional.
- Alat pelindung diri harus disediakan dalam jumlah yang cukup.
- Operator harus sadar bahwa keselamatan dan kesehatan kerja merupakan hal yang sangat penting.

### c. Norma Kerja nyata

Norma kerja berkaitan dengan manajemen perusahaan. K3 dalam aktivitas kerja sehari-hari diterapkan dalam bentuk pengaturan jam kerja, shift, kerja wanita, tenaga kerja kaum muda, pengaturan jam lembur, analisis dan pengelolaan lingkungan hidup, dan lain-lain.

### 3.3. Pengelolaan Alat Dan Mesin Perbenihan

Pemeliharaan merupakan suatu penggabungan setiap tindakan atau kegiatan yang dilaksanakan untuk mempertahankan, atau memulihkan suatu alat, mesin, bangunan pada kondisi yang dapat digunakan untuk aktivitas produksi pembenihan tanaman.

Dalam sistim pemeliharaan yang tradisional digunakan sistim pemeliharaan dan perawatan yang tidak berencana. Metode ini dapat mengakibatkan terjadinya suatu kerusakan/kegagalan pengoperasian alat/mesin pembenihan sebelum alat digunakan dengan optimal, perusahaan sudah harua membetulkan atau memperbaiki kerusakan. Pemeliharaan alat merupakan suatu kebutuhan prosedur dalam suatu usaha pembenihan tanamn sehingga prosedur mengendalikan dan administrasi pemeliharaan mutlak diperlukan. Suatu kerusakan/kegagalan dari alat/peralatan atau mesin mencerminkan metode yang digunakan dalam menjalankan sistim pemeliharaan alat tersebut. Gangguan terhadap aktivitas produksi sering tidak diketahui sebelumnya karena jarang dievaluasi secara menyeluruh dan sulit untuk diperkirakan.

Dalam rangka meminimalkan akibat yang merugikan dari gangguan kerusakan alat yang terjadi dalam produksi, maka beberapa perusahaan saat ini telah

menerapkan atau Melaksanakan tindakan-tindakan pemeliharaan yang teratur, yang selanjutnya lebih dikenal dengan istilah sistim pemeliharaan yang berencana. Sistim pemeliharaan yang berencana adalah Aktivitas pemeliharaan yang teratur dan dijalankan dengan taat azas, melalui pengawasan dan pencatatan berdasarkan rencana yang telah dibuat terlebih dahulu. Pengawasan administratif pada pekerjaan pemeliharaan merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan, terutama pada saat perubahan dari sistim pemeliharaan darurat kedalam sistim pemeliharaan yang berencana. Pada sistim Pemeliharaan dan Perawatan yang sifatnya darurat seluruhnya sangat tergantung pada keputusan-keputusan yang diambil. Pembelian alat pengganti yang terburu-buru, prioritas perbaikan yang tidak terencana, tenaga kerja yang kurang mampu akan menurunkan efisiensi pemeliharaan. Pada sistim pemeliharaan yang berencana mengatur kebijakan dalam sistim pemeliharaan suatu perusahaan dengan mengadakan prosedur yang jelas, baik dalam segi teknis maupun keuangannya serta mengawasi pelaksanaan pemeliharaan yang objektif berdasarkan standar pemeliharaan alat yang lebih efektif dan efisien.

Keberhasilan suatu skema sistim pemeliharaan yang berencana adalah dengan membuat atau menjaga sistim tersebut sesederhana mungkin dalam prosedur pelaksanaannya dengan melibatkan para petugas lapangan/teknisi dengan kerja keras yang minimum. Prosedur pemeliharaan alat, harus difahami minimal oleh.

- Supervisor
- Pemegang gudang
- Pekerja-pekerja Umum
- Pembuatan produk
- Operatort persiapan dan penyesuaian mesin-mesin

- Operator perubahan dan perbaikan alat –alat pembenihan.
- Operator keamanan, pemadaman kebakaran, dan pengemudi.

Pemeliharaan darurat yaitu suatu tindakan pemeliharaan yang perlu segera ditangani/diselesaikan dengan secepatnya untuk menghindari kerusakan yang lebih parah atau fatal. Berikut ini disampaikan beberapa metode pemeliharaan alat yang umum digunakan pada perusahaan pembenihan.

#### a. Pemeliharaan yang berencana

Pemeliharaan berencana merupakan sistim pemeliharaan yang terorganisasi dan dilaksanakan dengan mantap berdasarkan rencana pengawasan dan pencatatan serta analisa berdasarkan rencana yang telah dibuat sebelumnya.

#### b. Pemeliharaan perbaikan

Pemeliharaan perbaikan merupakan sistim pemeliharaan yang dilakukan untuk memulihkan kerusakan (termasuk penyetulan dan perbaikan) suatu alat, mesin atau bangunan pembenihan tanaman agar dapat digunakan kembali dalam kegiatan produksi benih tanaman .

#### c. Pemeliharaan pencegahan

Pemeliharaan pencegahan merupakan Sistim pemeliharaan yang dilaksanakan atas dasar rencana/waktu yang telah ditetapkan sebelumnya dan bersifat untuk menghindari/mencegah kerusakan.

#### d. Pemeliharaan berjalan

Pemeliharaan sistim pemeliharaan yang dapat dilakukan ketika suatu alat, mesin dalam keadaan dipakai.

**e. Pemeliharaan terbatas (pada saat produksi berhenti)**

Pemeliharaan terbatas merupakan sistem pemeliharaan yang hanya dapat dijalankan pada waktu suatu alat, mesin, dan bangunan pembenihan dalam keadaan tidak dipakai (proses produksi berhenti).

- Inventarisasi pabrik  
Suatu daftar inventaris dari seluruh fasilitas misalnya : seluruh peralatan, mesin-mesin yang ada serta bangunan dengan semua isinya, guna tujuan identifikasi, termasuk keterangan/data mengenai masing-masing spesifikasi Teknik dan konstruksinya secara terperinci.
- Program Pemeliharaan :  
Suatu daftar alokasi atau pembebanan dari aktifitas pemeliharaan pada jangka waktu tertentu.
- Jadwal Pemeliharaan  
Suatu susunan/daftar yang komprehensif dari aktifitas pemeliharaan beserta kejadian/akibat-akibatnya.
- Kartu Kendali alat, mesin dan bangunan: Suatu catatan mengenai penggunaan, kejadian dan kegiatan yang terjadi/dilaksanakan terhadap suatu alat, mesin dan bangunan pembenihan.
- Laporan Kerja :  
Suatu pernyataan/catatan tentang kegiatan/pekerjaan yang telah dilakukan serta catatan tentang kondisi-kondisi dari suatu alat, dan mesin-mesin.
- Spesifikasi Pekerjaan :  
Suatu dokumen yang menguraikan tentang kegiatan/pekerjaan yang harus dilaksanakan.
- Perbaikan besar :  
Suatu proses pengujian dan pemulihan alat, mesin dan bangunan pembenihan secara menyeluruh

(termasuk perbaikan) Sampai dengan kondisi alat, mesin dan bangunan tersebut dapat digunakan.

- Perencanaan Pemeliharaan :  
Prosedur pemeliharaan yang mencakup tugas operator pemeliharaan, metode, bahan, alat/peralatan, mesin- mesin, tenaga kerja, serta waktu yang diperlukan.
- Permohonan Pemeliharaan  
Salah satu persyaratan untuk perencanaan fungsi pemeliharaan, adalah mengetahui secara tepat tentang apa yang harus dikerjakan, apa yang sedang dikerjakan dan berapa lama setiap tugas/pekerjaan tersebut dikerjakan.

Pengembangan pemeliharaan alat, mesin dan bangunan pembenihan merupakan tahap-tahap yang harus difahami oleh semua operator pembenihan yang terlibat dalam kegiatan produksi benih.

Konsep lain yang penting pada industri pembenihan adalah tentang produksi benih vegetatif. Dalam industri pembenihan minimal terdapat enam kompetensi teknik yang harus difahami, dikuasai dan diimplementasikan yaitu pohon induk, batang bawah dan batang atas, teknik penyiapan pembibitan, teknik pembenihan tanaman secara vegetatif, teknik pemilihan memproduksi benih vegetatif dan sertifikasi benih.

### **3.4. Pohon Induk dan bibit unggul**

Pohon induk adalah tanaman pilihan yang dipergunakan sebagai sumber batang atas (entres), baik itu tanaman kecil ataupun tanaman besar yang sudah produktif yang berasal dari biji atau hasil perbanyakan vegetatif. Persyaratan pohon induk antara lain adalah memiliki sifat unggul dalam produktivitas dan kualitas tanaman, seperti tanaman buah yang tahan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Nama

varietas pohon induk dan asal-usulnya (nama pemilik, tempat asal) harus jelas, sehingga memudahkan pela-cakannya. Tanaman dari biji harus sudah berproduksi minimal lima musim, untuk mengetahui kemantapan sifat yang dibawanya.

Ditanam dalam kebun yang terpisah dari tanaman lain yang dapat menjadi sumber penularan penyakit atau penyerbukan silang, terutama untuk pohon induk yang akan diperbanyak secara generatif yaitu diambil bijinya.

Kebun pohon induk adalah kebun yang ditanami dengan beberapa varietas buah unggul untuk sumber penghasil batang atas (mata tempel atau cabang entres) untuk memperbanyak dalam jumlah besar. Tanaman yang ditanam pada umumnya adalah tanaman hasil memperbanyak secara vegetatif (okulasi, sambung, susuan, cangkok, stek) dan memenuhi persyaratan sebagai pohon induk. Lokasi pohon induk sebaiknya tidak jauh dengan lokasi memperbanyak tanaman, untuk memudahkan pelaksanaan memperbanyak bibit.

Ada dua sistem penanaman kebun pohon induk, ialah:

- Kebun pohon induk sekaligus sebagai kebun produksi;
- Kebun pohon induk dengan jarak tanam lebih rapat, misalnya untuk tanaman durian, kebun produksi biasanya berjarak tanam 10x10 m, sedangkan pada kebun pohon induk dapat berjarak tanam 3x3 m. Dengan jarak tanam yang rapat dapat diperoleh lebih banyak pohon induk dalam suatu areal yang relatif tidak luas.

Pencarian pohon induk untuk mendapatkan jenis tanaman unggul dengan beberapa cara. Pertama, adalah cara eksplorasi, yaitu kegiatan pencarian pohon induk dengan cara melacak suatu tanaman ke daerah sentra budidayanya sampai dengan tumbuhan yang tumbuh

liar di hutan. Tempat tersebut mempunyai ribuan pohon durian yang tumbuh secara alami dan di antara tanaman durian tersebut terdapat beberapa varietas yang mempunyai sifat-sifat unggul walaupun merupakan tanaman dari biji serta tumbuh setengah liar di alam.

Kedua, dengan cara promosi, ialah kegiatan pencarian pohon induk dengan cara mengadakan kejuaraan buah unggul, dari lomba tersebut muncul durian unggul baru yang berpotensi sebagai pemenang lomba. Contoh yang paling terkenal adalah durian Petruk. Durian ini adalah juara lomba buah di Jepara dan sekarang sudah ditetapkan pemerintah sebagai durian unggul nasional.

Ketiga, dengan cara introduksi, yaitu kegiatan pencarian pohon induk dengan cara mendatangkan atau membawa jenis buah yang terbukti unggul dari daerah atau negara lain. Cara ini merupakan jalan pintas untuk mempercepat perolehan bahan tanaman yang telah diketahui sifat keunggulannya. Hal yang harus diperhatikan adalah kesesuaian keadaan iklim, tanah dan cara budidaya pada tempat tumbuh asalnya dengan keadaan tempat tanam yang baru, agar kualitasnya tetap baik. Masalah lain yang muncul adalah adanya hama dan penyakit yang sebelumnya tidak diketahui di daerah asalnya, tetapi muncul setelah tanaman tersebut ditanam di tempat yang baru. Sebagai contoh adalah durian Bangkok dari Thailand yang di-introduksi ke Indonesia seperti Chanee dan Monthong. Jenis ini rata-rata tidak tahan terhadap penyakit busuk akar dan busuk leher batang atau kanker batang.

Pohon induk pada umumnya dipilih dari bibit-bibit unggul. Bibit unggul adalah tanaman muda yang memiliki sifat unggul yaitu mampu menunjukkan sifat asli induknya dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, serta tidak mengandung hama dan penyakit. Pada tanaman buah sifat unggul ini terutama nilai dari kualitas

buahnya. Bila semakin banyak sifat yang disukai konsumen terkumpul dalam satu buah, maka semakin tinggi pula nilai ekonomi (harga) buah tersebut. Buah demikian dapat digolongkan sebagai buah unggul.

Untuk itu dapat diambil contoh cara menilai buah durian berdasarkan kriteria penampilan buah dan sifat buah yang disukai konsumen, sehingga diperoleh suatu daftar kriteria penilaian buah durian unggul.

Kelompok sifat utama durian unggul adalah

- Rasa daging buah : manis berlemak, diutamakan dengan rasa khas
- Ketebalan daging : tebal
- Ukuran biji : kecil atau sekurang-kurangnya kempes
- Warna daging : kuning sampai jingga
- Kadar air daging : sedikit (kering)
- Tekstur daging : halus, sedikit berserat
- Ukuran buah : besar
- Aroma : kuat merangsang
- Kulit buah : tipis dan mudah dibuka bila buah sudah masak
- Jumlah juring : 5-6 juring sempurna

Kelompok sifat menunjang :

- Struktur pohon kokoh, percabangan merata/simetris, tajuk bulat.
- Produksi buah tinggi dan stabil setiap tahun, diutamakan yang panen buahnya pada awal atau akhir musim.
- Tahan terhadap hama penggerek dan beberapa jenis cendawan.
- Mudah diperbanyak.

- Pertumbuhan cepat dan responsif terhadap kultur teknis budidaya (pemupukan, pengairan).

Apabila minimal terpenuhi 70% sifat unggul dari daftar diatas maka bibit tanaman tersebut tergolong jenis unggul. Bila tidak memenuhi 70% persyaratan diatas, maka tanaman demikian tergolong benih yang biasa saja. Cara penilaian seperti ini dapat dipakai untuk menilai jenis tanaman lainnya. Namun perlu mengadakan perubahan kriteria tertentu agar sesuai dengan sifat masing-masing jenis tanaman.

### 3.5. Batang Bawah Dan Batang Atas

#### a. Pemilihan Batang bawah

Batang bawah atau rootstock/understem adalah tanaman yang berfungsi sebagai batang bagian bawah yang masih dilengkapi dengan sistem perakaran yang berfungsi mengambil makanan dari dalam tanah untuk batang atas atau tajuknya.

Pada umumnya batang bawah berasal dari biji. Keuntungan batang bawah dari biji adalah:

- Perkembangan sistem akar lebih kuat dan dalam, karena memiliki akar tunggang, sehingga relatif lebih tahan terhadap kekeringan.
- Penyediaan batang bawah jenis ini bisa dilakukan dalam jumlah banyak.

Adapun Kriteria tanaman yang akan dijadikan batang bawah adalah:

- Mampu beradaptasi atau tumbuh kompak dengan batang atasnya, sehingga batang bawah ini mampu menyatu dan menopang proses pertumbuhan batang atasnya.
- Tanaman dalam kondisi sehat.
- Sistem perakarannya baik dan dalam serta tahan terhadap keadaan tanah

yang kurang menguntungkan, termasuk harus tahan terhadap hama dan penyakit yang ada dalam tanah.

- Tidak mengurangi kualitas dan kuantitas tanaman yang disambungkan/ diokulasi.

Perawatan batang bawah meliputi kegiatan pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, serta penyiraman. Hal ini perlu diperhatikan agar batang bawah tumbuh subur dan sehat. Pertumbuhan yang subur dan sehat akan mempermudah pengelupasan kulit dan kayunya, karena sel-sel kambium berada dalam keadaan aktif membelah diri. Proses pembentukan kalus atau penyembuhan luka berlangsung dengan baik, sehingga pada akhirnya keberhasilan sambungan atau okulasinya juga tinggi.

#### **b. Pemilihan batang atas**

Batang atas yang biasanya disebut entres (*scion*), adalah calon bagian atas atau tajuk tanaman yang di kemudian hari akan menghasilkan tanaman berkualitas unggul. Batang atas ini dapat berupa mata tunas tunggal yang digunakan dalam teknik okulasi ataupun berupa ranting dengan lebih dari satu mata tunas atau ranting dengan tunas pucuk yang digunakan dalam sambungan (*grafting*). Entres inilah yang disambungkan pada batang bawah untuk menggabungkan sifat-sifat yang unggul dalam satu bibit tanaman. Karena itu entres sebagai batang atas harus diambil dari pohon induk yang sudah diketahui betul sifat unggulnya.

Pohon induk mempunyai bagian yang berbeda-beda fase perkembangannya. Bagian pangkal pohon merupakan bagian yang tertua menurut umurnya, tetapi karena terbentuk pada masa awal pertumbuhan pohon tersebut maka sel-selnya bersifat sederhana, muda (*juvenile*)

dan sangat vegetatif. Semakin ke arah ujung ranting, semakin muda menurut umurnya, tetapi sel-sel yang terbentuk paling akhir ini justru bersifat lebih kompleks, dewasa (*mature*) dan siap untuk memasuki masa berbunga dan berbuah (*generatif*).

Pengambilan entres dari pucuk tajuk pohon akan tetap membawa sifat dewasa atau generatif. Penyambungan entres dengan batang bawah akan menghasilkan bibit yang sudah membawa sifat dewasa tersebut. Hal ini menyebabkan bibit hasil penyambungan atau okulasi lebih cepat berbuah daripada tanaman yang berasal dari biji.

Kriteria tanaman yang dapat dijadikan sebagai batang atas adalah sebagai berikut.

- Mampu beradaptasi atau tumbuh kompak dengan batang bawahnya, sehingga batang atas mampu menyatu dan dapat berproduksi dengan optimal.
- Cabang dari pohon yang sehat, pertumbuhannya normal dan bebas dari serangan hama dan penyakit
- Cabang berasal dari pohon induk yang sifatnya benar-benar seperti dikehendaki, misalnya berbuah lebat dan berkualitas tinggi.

Salah satu sifat unggul pada tanaman, adalah kualitas buahnya. Semakin banyak sifat yang disukai konsumen dalam satu tanaman, maka semakin tinggi pula nilai ekonomi (harga) tanaman tersebut. Tanaman tersebut dapat digolongkan sebagai tanaman unggul.

Salah satu contoh adalah cara menilai bibit unggul buah durian berdasarkan kriteria penampilan buah dan sifat buah yang disukai konsumen, sehingga diperoleh suatu daftar kriteria penilaian buah durian unggul.

- Kelompok sifat utama. Rasa daging buahnya manis berlemak, dan diutamakan memiliki rasa yang khas.

Ketebalan daging buahnya tebal. Ukuran bijinya kecil atau sekurang-kurangnya kisut. Warna daging buahnya: kuning sampai jingga, kadar air daging sedikit (kering). Tekstur dagingnya halus dan sedikit berserat. Ukuran buahnya besar. Aroma buahnya kuat dan merangsang. Kulit buahnya tipis dan mudah dibuka bila buah sudah masak. Juring sempurna, berjumlah 5-6 juring.

- Kelompok sifat penunjang. Sifat penunjang yang banyak dijadikan kriteria untuk suatu bibit unggul adalah: Struktur pohon kokoh, percabangan merata/simetris, tajuk bulat. Produksi buah tinggi dan stabil setiap tahun, diutamakan yang panen buahnya pada awal atau akhir musim. Tahan terhadap serangan hama penggerek dan beberapa jenis cendawan. Mudah diperbanyak secara vegetatif. Pertumbuhan cepat dan responsif terhadap kultur teknis budidaya (pemupukan, pengairan).

Apabila minimal terpenuhi sekurang-kurangnya 70% dari sifat unggul dari daftar diatas maka buah atau bibit tanaman tersebut tergolong jenis unggul. Bila tidak memenuhi 70% persyaratan di atas, maka tanaman tersebut tergolong buah yang biasa (kualitas normal).

Cara penilaian seperti ini dapat dipakai untuk menilai jenis buah lainnya. Namun perlu mengadakan perubahan kriteria tertentu agar sesuai dengan sifat masing-masing jenis buah.

### c. Pengemasan batang atas

Tujuan pengemasan adalah menjaga kesegaran bahan batang atas selama mungkin, hingga dapat segera disambungkan di kebun pembibitan. Metode pengemasan calon entres adalah sebagai berikut. Cabang atau ranting pohon induk dipilih sesuai dengan kriteria

dan idealnya berdiameter 2-4 cm (tergantung jenis dan kualitas pohon induknya). Seluruh daunnya segera dirontokkan, untuk mengurangi kehilangan air dari permukaan daun yang dapat mengakibatkan entres menjadi keriput. Pohon induk yang dipilih untuk sumber entres dapat diproses sebagai berikut:

- Dari satu ranting dapat dihasilkan 3-5 mata entres yang baik/ produktif.
- Entres harus disortir atau dipisahkan berdasarkan keberadaan mata tunas.
- Entres harus tidak bercabang, tetapi berupa cabang tunggal sepanjang kurang lebih 20-30 cm.
- Sekumpulan cabang tunggal kemudian diikat dengan karet gelang sebanyak 10-30 entres setiap ikat, tergantung dari besar-kecilnya diameter entres.
- Bahan pembungkus yang digunakan harus bisa meredam panas dan sekaligus menjaga tingkat kelembaban entres. Bahan yang biasa dipakai dan mudah didapat adalah kertas koran, kertas tisu, kantong plastik, daun dan pelepah pisang.
- Setiap ikatan entres yang telah dipilih kemudian dibungkus dengan beberapa lapis kertas tisu atau kertas koran. Bungkus pertama ini perlu diperciki dengan air agar agak lembab, tetapi jangan terlalu basah. Setelah itu dibungkus lagi dengan kantong plastik. Dengan cara ini, kesegaran entres dapat bertahan 2 hari. Dan lebih baik lagi kalau bungkus paling luar adalah pelepah pi-sang. Bahan ini merupakan peredam panas yang ideal, karena jaringan batang pisang segar banyak mengandung air dan sekaligus rongga-rongga udara. Kotak kardus atau karton dapat juga dipakai sebagai alternatif.

- Pada waktu diangkat entres yang sudah dibungkus tidak boleh terkena sinar matahari langsung dan ditaruh di dekat mesin, karena entres akan mengalami kekeringan.
- Entres harus diletakkan mendatar agar cairan dalam entres tidak bergerak turun akibat gaya gravitasi, sehingga kulit batang entres tidak akan mengerut dan sulit untuk dilepaskan dari kayunya.
- Entres jangan dicuci dengan air, karena akan mengundang datangnya bakteri patogen dan cendawan masuk ke jaringan entres dan kambiumnya cepat tertarik keluar sehingga sering keluar cairan kental dari luka. Aki-batnya pada saat akan diokulasikan atau disambungkan pada batang bawah, entres sudah membusuk.
- Jangan melakukan pengambilan cabang entres setelah turun hujan. Bila ini terpaksa dilakukan, maka setelah cabang entres dipotong dari pohon induknya, segera dikering-anginkan, baru kemudian dibungkus.



Gambar 3.1 .  
Batang tanaman sebagai bibit. Batang bawah (kiri) dan batang atas (kanan)

- Menyimpan entres di dalam refrigerator (kulkas), perlu memperhatikan suhu dan kelembaban yang rendah. Kondisi

demikian dapat menarik air keluar dari entres sehingga entres menjadi keriput dan kehilangan kesegarannya.

### 3.6. Teknik Penyiapan Pembibitan

Teknik penyiapan pembibitan terdiri dari pembibitan dan teknik pembibitan.

#### a. Pembibitan

Pembibitan tanaman pada prinsipnya adalah mengelola sumber pembibitan, lokasi pembibitan dan pengelolaan pembibitan.

##### 1) Sumber untuk pembibitan

Sumber daya produksi yang paling menentukan keberhasilan pembibitan adalah sumberdaya manusia yang terampil, rajin dan cinta tanaman. Unsur cinta tanaman (hobby) ini penting artinya karena pada hakekatnya tanaman adalah makhluk hidup yang memerlukan perhatian khusus. Sumber daya produksi lainnya yang diperlukan dalam pembibitan tanaman antara lain adalah pupuk kandang, polybag, paranet, pestisida dan lain-lain. Kesulitan memperoleh bahan-bahan tersebut akan berdampak terhadap menurunnya mutu bibit yang dihasilkan, atau mahalnya biaya produksi.

##### 2) Lokasi pembibitan

Syarat lokasi untuk pembibitan adalah dekat sumber air dan airnya tersedia sepanjang tahun, terutama untuk menghadapi musim kemarau. Selanjutnya, pembibitan dekat dengan jalan yang dapat dilewati kendaraan roda empat, untuk memudahkan kegiatan pengangkutan keluar dan masuk kebun. Lokasi pembibitan yang terpusat memudahkan dalam perawatan dan

pengawasan. Sedangkan luas lokasi disesuaikan dengan kebutuhan produksi bibit. Lahan diupayakan datar dan berdrainase baik, teduh dan terlindung dari ternak.

### 3) Pengelolaan pembibitan

#### a) Media tumbuh dalam polybag

Syarat media tumbuh yang baik adalah ringan, murah, mudah didapat, porous (gembur) dan subur (kaya unsur hara). Penggunaan media tumbuh yang tepat akan menentukan pertumbuhan optimum bibit yang ditangkarkan. Komposisi media tanam untuk mengisi polybag dapat digunakan campuran tanah, pupuk kandang dan sekam padi dengan perbandingan 1:1:1. Lakukan sterilisasi pada pupuk kandang sebelum digunakan untuk campuran media. Kegiatan ini bertujuan untuk membunuh penyakit, cendawan, bakteri, biji gulma, nematoda dan serangga tanah. Sterilisasi dapat dilakukan dengan uap air panas atau perebusan dengan menggunakan drum minyak tanah (isi 200 l). Drum diisi setengahnya, kemudian dipanaskan di atas tungku. Setelah air mendidih pupuk kandang dalam karung bekas dimasukkan ke dalam drum (direbus selama 0,5-1 jam).

Ukuran polybag yang banyak digunakan untuk pembibitan tanaman biasanya berukuran 15X20 cm (diameter x tinggi). Biji ditanam pada media pembibitan. Biji akan tumbuh dan berkembang, lakukan perawatan pada batang bawah dengan baik sampai batang bawah dapat disambung atau diokulasi (sekitar 3-4 bulan setelah tanam biji). Tiga sampai empat bulan setelah penyemian benih untuk batang bawah dan telah tumbuh bibit maka bibit dapat dipindahkan ke polybag berukuran 20x30 cm. Tiga sampai empat bulan berikutnya bibit harus dipindah ke polybag ukuran

30x40 cm. Hal ini diperlukan karena polybag pertama sudah tidak memadai lagi untuk perkembangan akar bibit tanaman, sedangkan bibit masih belum siap ditanam. Jika bibit tetap dipertahankan pada polibag 20 x 30 cm, maka akan mengakibatkan penyempitan ruang tumbuh akar, sehingga kondisi kesuburan bibit jadi menurun, bahkan setelah beberapa lama pertumbuhan bibit seolah-olah berhenti.

#### b) Cara penggantian polybag

Cara mengganti polybag selama proses pembibitan adalah sebagai berikut: Sebaiknya polybag disiram dengan air sebelum dilaksanakan pindah tanam, agar media lebih kompak/padat. Polybag lama disobek dengan silet atau pisau secara hati-hati agar media tanam di dalamnya tidak pecah atau berhamburan. Polybag pengganti diisi media tumbuh yang baru, sampai seperempat bagian dari volume polybag. Media tanam yang lama yang menyelubungi perakaran bibit dikurangi sedikit, kemudian perakaran yang sudah mati atau mengering dipotong dengan gunting stek, kemudian bibit dimasukkan ke dalam polybag pengganti.

Bibit diatur agar letaknya tepat di tengah polybag, kemudian media tumbuh yang baru dimasukkan ke dalam polybag baru sampai hampir menyentuh bibir polybag pengganti. Bibit dalam polybag baru disiram sampai cukup basah agar media tumbuh yang baru dimasukkan memadat, sehingga kedudukan bibit menjadi kuat.

#### c) Naungan

Naungan pada bibit muda berfungsi untuk: mengatur sinar matahari yang masuk ke pembibitan hanya berkisar antara 30-60% saja. Naungan juga berguna untuk menciptakan iklim mikro

yang ideal bagi pertumbuhan awal bibit. Dengan adanya naungan akan menghindarkan bibit dari sengatan matahari langsung yang dapat membakar daun-daun muda. Efek dari adanya naungan juga akan menurunkan suhu tanah di siang hari, memelihara kelembaban tanah, mengurangi derasny curahan air hujan dan menghemat penyiraman air.



Gambar 3.2.a.  
Benih tanaman yang siap untuk disemai



Gambar 3.2.b.  
Benih tanaman yang mulai berkecambah.

Ada beberapa jenis naungan yang dapat digunakan untuk melindungi pembibitan. Pertama, jenis naungan dari plastik gelombang berwarna hijau yang dapat meneruskan sinar sebesar 40-60% (40% untuk naungan plastik yang sudah lama terpasang hingga 60% untuk yang baru dipasang). Kedua, naungan paranet dari bahan plastik atau nylon.

Paranet tipe 55 dan 45 (55% dan 45% sinar yang diteruskan). Umur pakainya bisa bertahan lama (3-4 tahun), sehingga sekali pasang dapat dipakai untuk beberapa kali usaha pembibitan. Jenis naungan ketiga adalah naungan sederhana dari anyaman bambu, daun kelapa dan sebagainya, yang disusun sedemikian rupa, sehingga menghasilkan sinar masuk sekitar 50%.

#### d. Pemeliharaan bibit

Tempat pemeliharaan bibit pada umumnya adalah rak yang terbuat dari bilah bambu atau besi. Pada rak pemeliharaan bibit harus diupayakan adanya ventilasi atau jalan angin di bawah rak bibit dan berfungsi untuk: mencegah penularan bibit penyakit dari tanah yang sering terlontar ke daun bila terkena cipratan air hujan.

Dengan adanya rak bibit, kelebihan air siraman atau hujan dengan mudah menetes ke bawah, sehingga media tidak menjadi becek dan kelembaban udara di sekitar bibit tidak terlalu tinggi. Hal ini penting untuk menghindari pertumbuhan fungi dan bakteri penyebab penyakit.

Penggunaan polybag akan menyebabkan pertumbuhan akar tunggang akan terhambat atau berhenti apabila terkena udara di lubang dasar polybag dan kondisi sebaliknya akan mengakibatkan pertumbuhan akar lateralnya bertambah, sehingga semakin menguatkan kedudukan bibit.

Dalam pemeliharaan bibit biasanya dilengkapi dengan alas mulsa plastik. Pemakaian alas berupa mulsa plastik berfungsi untuk: mengurangi dan mencegah pertumbuhan gulma disekitar bibit tanaman. Selain itu, alas mulsa akan mencegah siraman air ke media polybag terus lari ke bawah atau lapisan tanah dibawah polybag, karena tertahan oleh lapisan mulsa plastik.

Pertumbuhan akar tunggang akan terhambat atau berhenti karena tidak mampu menempus lapisan mulsa plastik dan sebaliknya pertumbuhan akar lateralnya bertambah, sehingga semakin menguatkan kedudukan bibit.



Gambar 3.3

Naungan berupa rumah plastik untuk tempat pemeliharaan bibit tanaman dan usaha pembibitan

### b. Teknik pembibitan

Perbanyak dengan biji. Perbanyak tanaman dengan biji (generatif) terutama dilakukan untuk penyediaan batang bawah yang nantinya akan diokulasi atau disambung dengan batang atas dari jenis unggul. Perbanyak dengan biji juga masih dilakukan terutama pada tanaman tertentu yang bila diperbanyak dengan cara vegetatif menjadi tidak efisien (tanaman buah tak berkayu).

#### 1) Pemilihan biji untuk bahan perbanyak

Mengambil biji idealnya dari buah yang besar dan sehat serta sudah matang penuh di pohon induk yang terpilih dan memenuhi persyaratan untuk dijadikan batang bawah. Tetapi apabila terdesak dengan kebutuhan biji yang banyak, maka kita dapat mengumpulkan biji buah dari pasar, tempat sampah, atau sisa kegiatan makan buah yang dimakan sendiri, atau membeli biji dari pengumpul biji. Kesulitan dari pengumpulan ini adalah sulit untuk mendapatkan biji yang seragam varietasnya.

Biji dari daging buah dicuci sampai bersih. Biji dipilih yang berukuran besar, padat (bernas) dengan warna mengkilap atau biji yang sempurna (biji yang bentuknya seragam, tidak terlalu kecil, tidak kempes, tidak rusak oleh hama dan tidak luka). Biji kemudian dimasukan ke dalam air. Hanya biji yang tenggelam yang ditanam untuk bibit, sedangkan yang hampa dibuang. Biji buah yang mempunyai kulit pembungkus keras seperti pada biji mangga, maka kulit pembungkusnya harus disayat dan dibuang untuk memudahkan pertumbuhan akar. Setelah dibersihkan biji diberi perlakuan fungisida. Caranya biji-biji yang sudah bersih tadi dicelup dalam larutan Insektisida dan fungisida dan direndam ZPT (Atonik 0,1 %) selama 30-60 menit. Fungsi bahan-bahan tersebut di atas adalah untuk merangsang pertumbuhan dan mencegah serangan hama serta penyakit saat biji disemaikan.

#### 2) Menyemaikan biji dalam wadah persemaian

Untuk mempermudah perawatan, biji disemaikan dalam wadah yang terbuat dari kotak kayu atau plastik dan polybag. Biji yang disemaikan di dalam wadah adalah biji buah berukuran kecil seperti jambu air, sirsak, pepaya, belimbing, sawo dan lain-lain. Media untuk persemaian harus mempunyai aerasi baik, subur dan gembur, misalnya campuran pasir, pupuk kandang dan sekam yang sudah disterilkan dengan perbandingan 1:1:1. Dengan media yang gembur, maka akar akan tumbuh lurus dan memudahkan pemindahan bibit ke polybag pembesaran.

Biji yang akan disemaikan ditabur merata di atas media, lalu ditutup lagi dengan media setebal 1-2 cm dan disiram dengan gembor sampai basah. Persemaian perlu dinaungi agar tidak terkena sinar matahari langsung dan

derasnya air hujan. Penyiraman cukup dilakukan satu kali sehari yaitu pada waktu pagi atau sore hari, agar tidak kekeringan. Kemudian wadahnya ditaruh di tempat yang terlindung dari gangguan unggas dan se-rangga. Biji tanaman yang besar seperti mangga, durian, alpukat, nangka, dan lain-lain, sebaiknya disemaikan dalam bedengan di lapang. Bedengan disiapkan dengan menggemburkan tanah menggunakan cangkul sedalam 25-30 cm, kemudian tanah dihaluskan. Untuk menambah kesuburan dan kegemburan tanah, setiap luasan dua meter persegi bedengan dapat ditambahkan masing-masing satu kaleng (isi 18 l) pupuk kandang dan sekam padi yang diaduk sampai rata. Untuk menghindarkan jamur dan hama yang dapat merusak biji, media tempat penanaman tadi disemprot terlebih dahulu dengan fungisida dan insektisida.



Gambar 3.4 .  
Bak plastik untuk penyemaian benih tanaman

### 3) Menyemaikan biji dalam bedeng persemaian

Bedengan dibuat selebar 80-100 cm dengan panjang tergantung kebutuhan dan arah bedengan diusahakan mengarah ke utara-selatan agar mendapat sinar matahari yang cukup. Setelah bedengan persemaian siap, maka selanjutnya adalah menyemaikan biji dalam bedengan dengan arah memotong

bedengan (lebar bedengan) dibuat larikan sedalam 7,5 cm dengan jarak larikan 7,5-10 cm. Setelah itu biji yang berukuran besar tadi ditanamkan dalam larikan dengan jarak 5-7,5 cm ataupun tanpa jarak (berdempetan), kemudian ditutup kembali dengan media disekitar larikan.

Biji yang disemai jangan diletakkan terbalik. Untuk biji mangga bagian perutnya (bagian yang melengkung) menghadap ke bawah, sedangkan untuk durian, alpukat, kemang dan nangka bagian sisi dimana embrio (bakal tunas dan akar) berada di bagian bawah. Bila letaknya terbalik, maka pertumbuhan akar dan batang akan bengkok dan akan mengganggu pertumbuhan bibit selanjutnya.

Untuk menghindari derasnya air hujan dan teriknya sinar matahari, bedengan diberi naungan dengan paranet tipe 55%, 65% atau dapat juga dibuat naungan individu untuk tiap bedengan dengan menggunakan atap dari jerami, anyaman bambu, atau daun kelapa. Jika yang digunakan atap bukan dari paranet, maka tinggi tiang di sebelah timur sekitar 120 cm, sedangkan tinggi tiang di sebelah barat adalah 100 cm di atas permukaan tanah.



Gambar 3.5 .  
Bedengan untuk tempat pembibitan tanaman.

Dengan demikian bentuk naungan condong ke arah sebelah barat dengan maksud agar bibit di persemaian cukup menerima sinar matahari pagi. Biji yang disemaikan biasanya mulai berkecambah

(tunas muncul di atas permukaan tanah) antara 1-3 minggu setelah penyemaian, tergantung jenis tanamannya. Setelah biji berkecambah dapat langsung dipindah ke polybag ukuran 15x20 cm atau 20x25 cm. Setelah berumur 3-4 bulan, biji sudah dapat disambung pucuk ataupun diokulasi.

#### 3.4. Teknik Pembenihan Tanaman secara vegetatif

Ada lima cara perbanyakan vegetatif untuk tanaman yaitu penyetekan, pencangkokan, penyambungan, okulasi, dan penyusuan. Pada tiga cara yang terakhir dikenal adanya istilah batang bawah dan batang atas. Batang bawah berupa tanaman yang biasanya berasal dari biji. Tanaman dari biji sengaja dipilih karena mempunyai keunggulan dari segi perakarannya, yakni tahan terhadap penyakit akar dan mempunyai perakaran yang banyak serta dalam, sehingga tahan terhadap kekeringan dan kondisi tanah yang kurang aerasi. Batang atas berupa ranting atau mata tunas dari pohon induk yang mempunyai sifat unggul terutama dalam produksi dan kualitasnya. Dari hasil penggabungan sifat batang bawah dan batang atas ini diperoleh bibit tanaman yang disebut bibit enten, okulasi dan susuan.



Gambar 3.6.  
Bibit Kelapa di bawah naungan.

Pada perbanyakan dengan cara mencangkok batang bawah tidak diperlukan karena pada cara ini perakaran keluar langsung dari cabang pohon induk yang dicangkok. Cara perbanyakan vegetatif dengan stek pada prinsipnya menumbuhkan bagian atau potongan tanaman, sehingga menjadi tanaman baru. Kelebihan bibit vegetatif yaitu kualitas tanaman keturunan mempunyai sifat yang persis sama dengan induknya, bibit berumur genjah (cepat berbuah). Sebagai contoh adalah tanaman manggis asal bibit susuan dapat berbuah lima tahun setelah tanam, sedangkan bibit yang berasal dari biji baru berbuah 10-15 tahun setelah tanam. Contoh yang lain adalah bibit durian hasil okulasi dapat berbuah 4-6 tahun setelah tanam, sedangkan bibit asal biji akan berbuah setelah berumur lebih dari 10 tahun setelah tanam.

Beberapa jenis tanaman tertentu sampai saat ini hanya berhasil diperbanyak dengan cara tertentu pu-la. Ada jenis tanaman tertentu yang tidak bisa diokulasi karena banyak mengandung getah. Tanaman ram-butan selalu gagal kalau disambung (enten) karena pengaruh asam feno-lat yang teroksidasi dapat menimbulkan pencoklatan (browning). Resin dan asam fenolat ini bersifat racun terhadap pembentukan kalus. Sedangkan contoh lainnya adalah belimbing dan manggis yang sulit sekali berakar bila dicangkok karena kalusnya hanya menggumpal dan tidak mampu membentuk inisiasi (bakal) akar.

Perbanyakan vegetatif ada kalanya lebih menguntungkan bila dilakukan pada jenis tanaman tertentu, sehingga cara perbanyakannya menjadi cepat dan efisien. Tanaman manggis dan belimbing akan lebih menguntungkan bila diperbanyak dengan cara enten, sedangkan durian akan sangat me-

nguntungkan bila diperbanyak dengan cara okulasi.

Perbanyak bibit tanaman dengan cara penyusuan walau keberhasilannya tinggi, tetapi kurang praktis. Bibit yang dihasilkan per satuan waktu menjadi sedikit. Sebagai contoh seorang yang sudah terampil mengokulasi durian, dalam sehari (8 jam kerja) bisa mengokulasi 350-400 tanaman, sedangkan untuk penyusuan hanya bisa mengerjakan 75-100 susuan sehari. Oleh karena itu perbanyak dengan cara penyusuan hanya disarankan sebagai alternatif terakhir dalam perbanyak tanaman seperti pada perbanyak tanaman jenis nangka yang keberhasilannya kurang dari 20% bila diperbanyak dengan cara enten atau okulasi.

Dengan diketahuinya cara perbanyak yang lebih menguntungkan untuk masing-masing tanaman, maka akan diperoleh efisiensi tinggi dalam pengadaan bibit secara massal, walaupun dengan menggunakan cara konvensional

#### a. Teknik pembuatan stek tanaman

Stek (cutting atau stuk) atau potongan adalah menumbuhkan bagian atau potongan tanaman, sehingga menjadi tanaman baru. Ada beberapa keuntungan yang didapat dari tanaman yang berasal dari bibit stek, yaitu

- Tanaman baru mempunyai sifat yang persis sama dengan induknya, terutama dalam hal bentuk buah, ukuran, warna dan rasanya.
  - Tanaman asal stek dapat ditanam pada tempat yang permukaan air tanahnya dangkal, karena tanaman asal stek tidak mempunyai akar tunggang.
1. Perbanyak tanaman buah dengan stek merupakan cara perbanyak yang praktis dan mudah dilakukan.

- Stek dapat dikerjakan dengan cepat, murah, mudah dan tidak memerlukan teknik khusus seperti pada cara cangkok dan okulasi.

Sedangkan potensi kerugian bibit dari stek adalah:

- Perakaran dangkal dan tidak ada akar tunggang, saat terjadi angin kencang tanaman menjadi mudah roboh.
- Apabila musim kemarau panjang, tanaman menjadi tidak tahan kekeringan.

Cara perbanyak tanaman dengan teknik stek dapat dilakukan melalui stek batang, stek akar dan stek daun.

##### 1) Stek Batang

Bakalan stek diambil dari batang atau cabang pohon induk yang akan diperbanyak dan pemotongan sebaiknya dilakukan pada waktu pagi hari. Gunting stek yang digunakan harus tajam agar bekas potongan rapi. Bila kurang tajam batang akan rusak atau memar. Hal ini mengundang bibit penyakit masuk ke bagian yang memar, sehingga bisa menyebabkan pembusukkan pangkal stek. Pada saat mengambil stek batang, pohon induk harus dalam keadaan sehat dan tidak sedang bertunas.

Yang dijadikan stek biasanya adalah bagian pangkal dari cabang. Pemotongan cabang diatur kira-kira 0.5 cm di bawah mata tunas yang paling bawah dan untuk ujung bagian atas sejauh 1 cm dari mata tunas yang paling atas. Kondisi daun pada cabang yang hendak diambil sebaiknya berwarna hijau tua. Dengan demikian seluruh daun dapat melakukan fotosintesis yang akan menghasilkan zat makanan dan karbohidrat. Zat hasil fotosintesis akan disimpan dalam organ penyimpanan, antara lain di batang. Karbohidrat pada batang berperan sangat penting yaitu sebagai sumber energi yang

dibutuhkan pada waktu pembentukan akar baru.

Ukuran besar cabang yang diambil cukup sebesar kelingking. Diameter sekitar 1 cm dengan panjang antara 10-15 cm. Cabang tersebut memiliki 3-4 mata tunas. Kondisi batang pada saat pengambilan berada dalam keadaan setengah tua dengan warna kulit batang biasanya coklat muda. Pada saat ini kandungan karbohidrat dan auxin (hormon pertumbuhan akar) pada batang cukup memadai untuk menunjang terjadinya perakaran stek. Pada batang yang masih muda, kandungan karbohidrat rendah tetapi hormonnya cukup tinggi. Biasanya pada kasus ini hasil stekan akan tumbuh tunas terlebih dahulu, padahal stek yang baik harus tumbuh akar dulu. Oleh karena itu, stek yang berasal dari batang yang muda sering gagal.

Stek tanaman ada yang mudah berakar dan ada juga yang sulit berakar. Untuk tanaman yang mudah berakar seperti pada anggur, maka stek bisa langsung disemaikan setelah dipotong dari pohon induknya. Tetapi untuk tanaman yang sulit berakar, sebaiknya sebelum stek disemaikan dilakukan dulu pengeratan batang. Selain itu, pemberian hormon tumbuh dapat membantu pertumbuhan akar (Gambar 9)

## 2) Stek akar

Cara penyetekan ini menggunakan bagian akar sebagai sarana perbanyakan tanaman. Pada stek batang, tunas keluar dari mata tunas. Pada stek akar tunas akan keluar dari bagian akar yang mula-mula berbentuk seperti bintil. Bisa juga dari bekas potongannya yang mula-mula membentuk kalus. Dari kalus ini berubah menjadi tunas atau akar. Ada beberapa jenis tanaman yang dapat diperbanyak dengan cara stek akar, antara lain jambu biji, sukun, jeruk dan kesemek. Bahan

stek akar harus diambil dengan cara menggali lubang di sekeliling pokok pohon induk. Pada akar lateral yang terpotong, akan tumbuh akar yang tumbuh ke arah samping sejajar dengan permukaan tanah. Pilihlah akar yang berdiameter sekitar 1 cm. Setelah akar diambil, lubang ditutup kembali. Akar tanaman dipotong-potong dengan panjang antara 5-10 cm. Pada waktu memotong akar, harus diperhatikan agar bagian akar yang dekat dengan pohon atau pangkal akar dipotong secara serong. Bagian dekat ujung akar dipotong secara datar atau lurus. Hal ini diperlukan sebagai tanda agar pada waktu menyemaikan posisinya tidak terbalik.

Media penyemaian stek akar bisa dari pasir. Penyemaian bisa dilakukan di dalam kotak kayu atau di bedeng persemaian. Stek disemaikan dengan cara tegak atau berdiri, atau dapat juga dengan dibaringkan. Untuk penyemaian posisi tegak, jarak yang direkomendasikan adalah 5x5 cm. Bagian pangkal yang ditanamkan ke dalam media kira-kira 3 cm atau setengah dari panjang stek.

Bila penyemaian dengan dibaringkan, maka stek disusun dalam barisan. Jaraknya 5 cm antar barisan, kemudian stek di tutup pasir, sehingga stek berada pada kedalaman 1,5-2 cm di bawah permukaan media. Setelah 3-4 minggu stek akan bertunas dan berakar. Stek bisa dipindahkan ke polybag setelah lebih kurang 2 bulan. Selanjutnya disimpan di bawah naungan sampai berumur sekitar 6 bulan.

## 3) Mempercepat pertumbuhan akar pada stek

### a) Pengeratan (*girdling*) pada batang

Penimbunan karbohidrat pada cabang pohon induk yang akan dijadikan stek dapat dilakukan dengan cara pengeratan kulit kayu sekeliling cabang

dibuang secara melingkar. Lebar lingkaran sekitar 2 cm. Jarak dari ujung cabang ke batas keratan kira-kira 40 cm. Biarkan cabang yang sudah dikerat selama 2-4 minggu. Pada dasar keratan akan tampak benjolan atau kalus. Pada benjolan inilah terjadi penumpukan karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber tenaga pada saat pembentukan akar dan hormon auksin yang dibuat di daun. Setelah terlihat benjolan barulah cabang dapat dipotong dari induknya. Bagian pangkal cabang sepanjang 20 cm bisa dijadikan sebagai stek.

#### b) Penggunaan hormon tumbuh

Hormon auksin bertindak sebagai pendorong awal proses inisiasi atau terjadinya akar. Sesungguhnya tanaman sendiri menghasilkan hormon, yaitu auksin endogen, akan tetapi banyaknya auksin yang dihasilkan belum cukup memadai untuk mendorong pembentukan akar. Tambahan auksin dari luar diperlukan untuk memacu perakaran stek.

##### (1) Cara celup cepat (*quick dip*)

- Pada cara ini hormon auksin dilarutkan ke dalam alkohol 50%. Kemudian tambahkan air sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan. Jenis hormon auksinnya bisa IBA, IAA atau NAA (berbentuk serbuk).
- Konsentrasi yang digunakan berkisar antara 500-10.000 ppm, tergantung jenis hormon dan jenis tanamannya. Atau lebih mudahnya menggunakan hormon tumbuh yang sudah siap untuk digunakan yang banyak dijual di toko pertanian, seperti Atonik atau Liquinox Start dengan dosis 100-200 cc per 1 liter air (1 sendok makan = 10 cc).
- Batang-batang stek yang akan diberi hormon disatukan. Bisa dengan diikat menggunakan tali plastik atau karet gelang. Selanjutnya bagian

pangkalnya sekitar 2 cm dicelupkan selama 5 detik ke dalam larutan hormon.

Cara celup ini mempunyai beberapa keuntungan sebagai berikut: Peralatan yang digunakan lebih sedikit bila dibandingkan dengan cara perendaman. Larutan yang sama bisa digunakan berulang-ulang. Yang penting setelah digunakan, larutan ditutup kembali agar alkoholnya tidak menguap. Naik turunnya penyerapan hormon tidak akan terjadi pada waktu pencelupan. Dengan demikian, banyaknya hormon per satuan luas permukaan akan tetap, tidak tergantung keadaan lingkungan.

##### (2) Cara rendam (*prolonged soaking*)

- Mula-mula auksin (berbentuk serbuk) dilarutkan dalam alkohol 95%. Kemudian ditambahkan air sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan. Konsentrasi auksin yang digunakan berkisar antara 5-100 ppm, tergantung jenis tanaman dan jenis auksin yang digunakan. Umumnya untuk penyetekan tanaman buah digunakan konsentrasi 100 ppm dengan lama perendaman 1-2 jam. Bisa juga dengan konsentrasi 5 ppm, tetapi waktu perendamannya lama, yaitu 10-24 jam.
- Untuk lebih memudahkan dapat menggunakan hormon tumbuh yang sudah siap pakai dan banyak dijual di toko per-tanian, seperti Atonik atau Liquinox Start dengan dosis 1-2 cc per 1 liter air (1 sendok makan = 10 cc).
- Jadi perbandingan dosis auksin pada pencelupan dan perendaman adalah 100 : 1.

Cara perendaman sebagai berikut. Batang stek direndam dalam larutan auksin kira-kira 2 cm dari bagian pangkal. Agar penyerapan auksin berlangsung

dengan baik, lama perendaman disesuaikan dengan konsentrasi larutan. Perendaman dilakukan ditempat yang teduh dan agak lembab. Hal ini berguna agar penyerapan hormon berjalan teratur, tidak kurang karena pengaruh lingkungan.

(3) Cara pemberian dengan tepung tepung (powder).

- Mula-mula auksin dilarutkan dalam alkohol 95%. Ke dalam larutan tersebut ditambahkan talek atau tepung sesuai dengan konsentrasi yang digunakan. Konsentrasi berkisar antara 1.000-5.000 ppm tergantung jenis tanaman dan jenis auksin yang digunakan. Pelarut Alkohol diupayakan untuk diupayakan. Cara pemakaiannya adalah sebagai berikut: basahi pangkal stek dengan air, kemudian disentuh ke dalam tepung. Pangkal stek kemudian diketuk-ketuk agar auksin yang melekat tidak berlebihan. Setelah itu stek dapat disemaikan dalam media.
- Pada setiap cara diatas konsentrasi dibuat berdasar-kan ppm. Pengertian ppm (part per million) artinya 1 bagian hormon dalam sejuta bagian pelarut atau tepung. Jadi jika akan membuat larutan dengan konsentrasi 1.000 ppm, maka 1.000 mg hormon dilarutkan dalam 1.000.000 mg pelarut, atau 1 gr hormon ke dalam 1 kg pelarut.
- Pembuatan tepung dengan konsentrasi 1.000 ppm dengan cara melarutkan 1 gr hormon dalam 500-1.000 cc alkohol 95%. Setelah diaduk sampai rata, masukkan 1 kg tepung (talc) dan diaduk kembali. Selanjutnya tepung tersebut dikeringkan sampai seluruh alkoholnya menguap.
- Untuk proses yang lebih mudah dapat menggunakan hormon tumbuh auksin yang sudah siap digunakan dan banyak dijual di toko pertanian

dalam bentuk serbuk dengan berbagai merek dagang.

4) Persemaian stek

Stek yang sudah diberi perlakuan hormon penumbuh akar siap untuk disemaikan. Untuk itu perlu menyediakan tempat yang kondisinya sesuai. Usaha untuk menumbuhkan stek perlu dilakukan pada lingkungan yang mempunyai cahaya baur atau terpencah (difusi). Kelembaban udara sebaiknya tinggi, sekitar 70-90%, Suhu mendekati suhu kamar, 25-27°C. Selain itu dalam pembentukan akar stek diperlukan oksigen yang cukup. Oleh karena itu media yang digunakan harus cukup gembur, sehingga aerasinya baik.

Penyemaian dalam kotak kayu dilakukan dengan rangkaian sebagai berikut. Kotak kayu untuk menyemaikan stek bisa dibuat dari papan dengan ukuran panjang 80-100 cm, lebar 40-50 cm dan tinggi 20-30 cm. Ukuran kotak bisa lebih besar atau lebih kecil, disesuaikan dengan banyaknya stek yang akan disemaikan. Untuk lebih praktis dapat juga digunakan kotak plastik (box semai) dengan ukuran panjang 35-40 cm, lebar 25-30 cm dan tinggi 10-15 cm yang banyak dijual di toko pertanian. Media tumbuh dapat menggunakan pasir, atau menggunakan campuran pasir dengan sekam padi dengan perbandingan 2:1. Media tersebut dimasukkan ke dalam kotak kayu. Tebal lapisan media antara 10-15 cm.

Lakukan penyiraman dengan gembor, sehingga permukaan media turun dan kompak. Sebelum stek disemai, terlebih dahulu dibuat lubang-lubang kecil pada media. Turus bambu yang dibulatkan bisa dipakai atau dapat pula dengan ranting pohon sebesar pensil. Perkirakan jarak lubang sekitar 5x5 cm dan dalamnya sekitar 5-7,5 cm atau setengah dari panjang stek. Setelah itu baru bagian pangkal stek dimasukkan

ke dalam lubang. Bagian media di sekitar stek ditekan perlahan-lahan agar posisi stek tidak goyah. Selanjutnya persemaian disiram lagi. Kotak kemudian ditutup dengan lembar plastik bening atau transparan. Sebaiknya kotak di-taruh pada tempat yang terlindung dari teriknya sinar matahari.

Penyiraman persemaian harus dilakukan setiap hari sekali atau tergantung keadaan. Yang penting media persemaian selalu dalam kondisi basah. Setelah 2-3 bulan stek sudah mulai berakar, tunggu beberapa hari lagi sampai kelihatannya berwarna coklat dan stek sudah dapat dipindahkan ke dalam polybag. Cungkil stek dengan bilah bambu secara hati-hati agar perakarannya tidak menjadi rusak.

Persemaian di bedengan dilakukan sebagai berikut. Apabila batang stek yang akan kita semai jumlahnya banyak maka penyemaian bisa dilakukan dalam bedengan. Bedengan dibuat dengan arah Utara-Selatan agar stek bisa menerima matahari secara baik. Lahan yang akan dibuat bedengan dicangkul sedalam 25-30 cm (sedalam mata cangkul). Ukuran bedengan dibuat selebar 80-100 cm dengan panjang bedengan disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk menghindari adanya tanah yang longsor tepi bedengan bisa dihalangi dengan bilah bambu atau batu bata.

Bedengan perlu dilengkapi dengan naungan untuk melindungi bibit dari sengatan matahari yang berlebihan. Naungan yang bisa terbuat dari daun kelapa, daun alang-alang atau jerami padi. Jika ingin menggunakan naungan dari paranet gunakanlah paranet tipe 75% (sinar yang masuk ke bedengan sebesar 25%). Tanah lapisan atas ditaburi pasir setebal lebih kurang 5 cm. Lakukan penyiraman agar media basah. Setelah itu batang stek bisa ditancapkan. Jarak stek yang disemaikan ialah 5x5 cm. Untuk

menjaga agar kelembaban di sekitar stek menjadi tinggi, bedengan disungkup dengan plastik transparan.

Setelah ukuran stek memenuhi standar dan mempunyai akar, maka stek harus disapah/transplanting. Standar stek yang siap disapah adalah mempunyai 4-6 daun baru yang sudah mekar dengan sempurna (daun-daun sudah mendapatkan nutrisi dari akar baru yang sudah tumbuh).

- Siapkan polybag sesuai dengan ukuran stek (diamter 10-20 cm).
- Siapkan media pembibitan dengan komposisi tanah dengan kompos 1:1.
- Isi polybag dengan media tanam yang telah disiapkan dan buatlah lubang tanam yang sesuai dengan ukuran bibit stek.
- Pindahkan bibit stek dengan cara mengambil stek beserta akar bibit dan sedikit media stek, lalu benamkan bibit stek dengan hati-hati pada media tanam dan timbul bibit stek dengan media tanam yang telah disiapkan kemudian lakukan pemadatan seperlunya agar stek berdiri dengan tegak.
- Pindahkan polybag stek ke bangunan pembibitan yang bernaungan/ rumah plastik/ rumah kaca.
- Lakukan pemeliharaan stek dengan cara menyiram, memupuk, mengendalikan OPT dan memberi ajir (jika perlu) sampai dengan stek cukup besar ukurannya dan siap untuk dipasarkan.

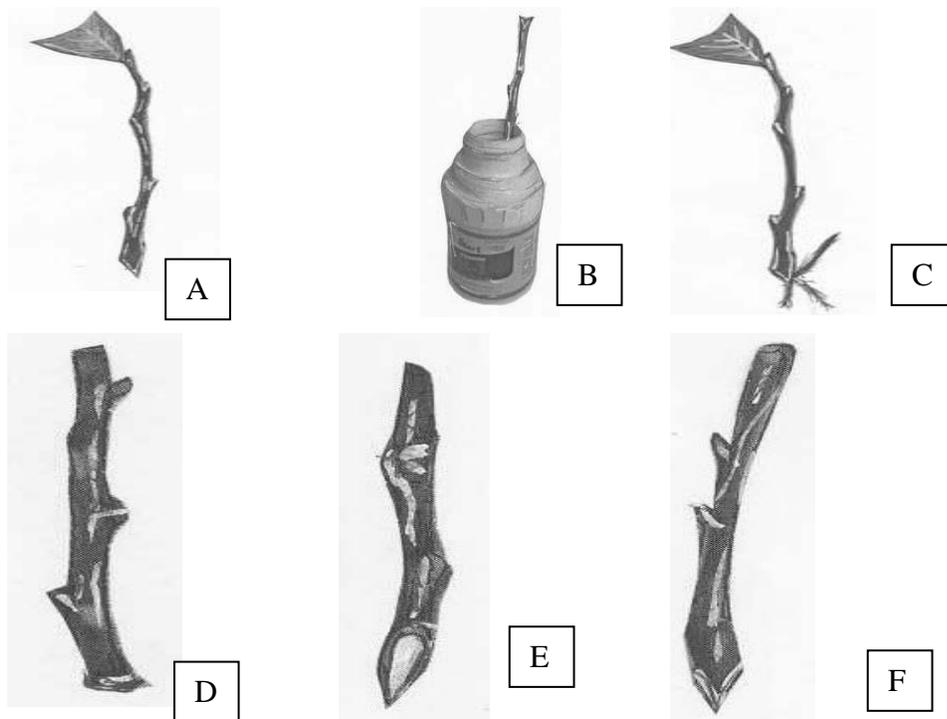
#### **b. Teknik pencangkakan**

Teknik perbanyak vegetatif dengan cara pelukaan atau pengeratan cabang pohon induk dan dibungkus media tanam untuk merangsang terbentuknya akar. Pada teknik ini tidak ada batang bawah

dan batang atas. Teknik ini relatif sudah dilakukan oleh petani dan keberhasilannya lebih tinggi, karena pada proses mencangkok akar akan tumbuh ketika masih berada di pohon induk. Produksi dan kualitas buahnya akan persis sama dengan tanaman induknya. Tanaman asal cangkok bisa ditanam pada tanah yang letak air tanahnya tinggi atau di pematang kolam ikan.

Disamping keuntungan, terdapat juga beberapa kekurangan/ kerugian pembibitan dengan sistem cangkok. Pada musim kemarau panjang tanaman tidak tahan kering. Tanaman mudah roboh bila ada angin kencang karena tidak berakar tunggang. Pohon induk tajuknya menjadi rusak karena banyak cabang yang dipotong. Dalam satu pohon induk kita hanya bisa mencangkok

beberapa batang saja, sehingga perbanyak tanaman dalam jumlah besar tidak bisa dilakukan dengan cara ini. Media untuk mencangkok bisa menggunakan cocopeat atau serbuk sabut kelapa ataupun cacahan sabut kelapa. Dapat pula digunakan campuran kompos/ pupuk kandang dengan tanah (1:1). Kalau disekitar kebun ada tanaman bambu, maka tanah di bawah bambu yang telah bercampur seresah daun bambu dan sudah membusuk bisa juga digunakan untuk media cangkok. Waktu pelaksanaan sebaiknya pada awal musim hujan, sehingga cangkokan tidak akan kekeringan. Selain itu dengan mencangkok di awal musim hujan akan tersedia waktu untuk menanam hasil cangkokan pada musim itu juga.

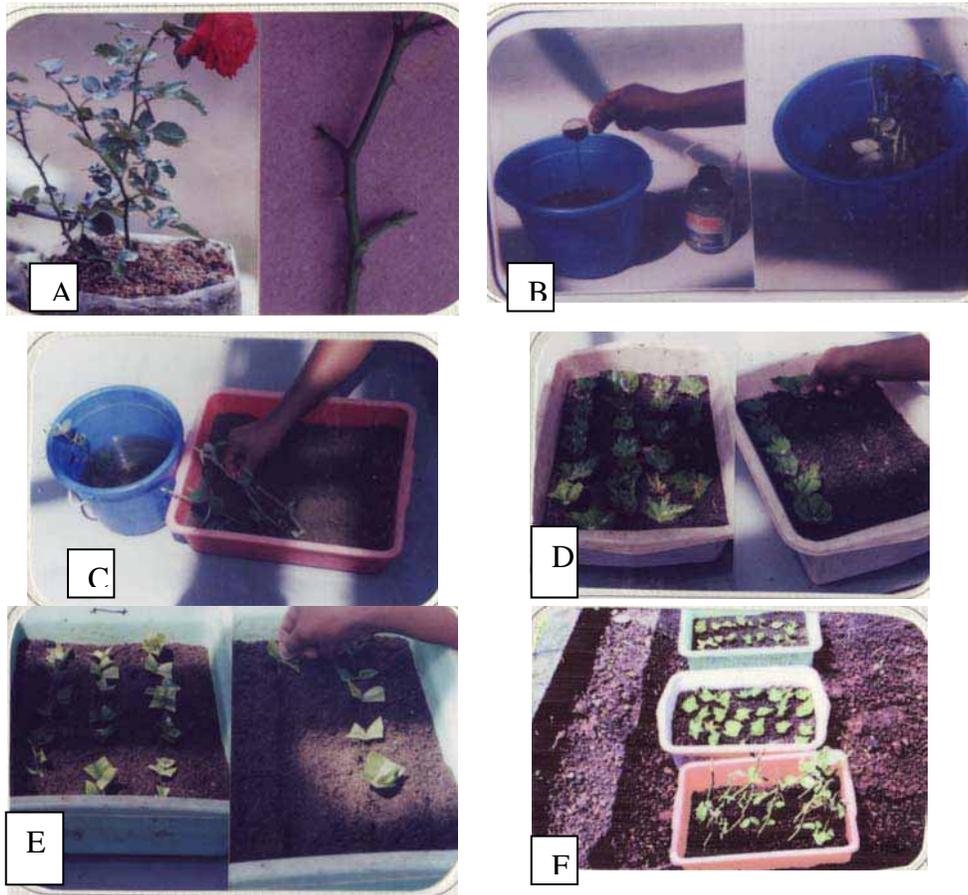


Gambar 3.7.

Persiapan dan bentuk entres: A. Entres siap disemai. B. Entres dicelupkan ke dalam Zat Perangsang Tumbuh C. Entres yang sudah tumbuh akar D. Pangkal entres berbentuk datar E. Pangkal entres berbentuk sisi satu. F. Pangkal entres berbentuk sisi dua.



Gambar 3.8.  
 Persiapan penanaman stek: A. Menyiapkan alat, B. Menyiapkan bahan, C. Menyiapkan sungkup, D.,  
 Menyiapkan media, E. Menyiapkan bahan stek , F. Memangkas daun



Gambar 3.9.

Penanaman stek pada media tanah: A. Menyiapkan batang stek B. Menyiapkan hormon, C. Menanam bahan stek dari cabang mawar, D. Menanam bahan stek dari tangkai daun, E. Menanam bahan stek bunga soka F. Menempatkan hasil stek.



Gambar 3.9 (lanjutan)

G. Memelihara stek, H. Memeriksa pertumbuhan akar dari bibit yang berasal dari stek, I. Hasil penvetekan. J. Bunga mawar hasil stek batano siap jual.

- 1) Teknik mencangkok secara konvensional

Pertama-tama harus dipilih cabang yang sehat dan kuat atau sudah berkayu. Ukuran diameternya sekitar 0,5-2 cm, tidak lebih kecil dari ukuran pensil. Sebaiknya warna kulit cabang coklat muda atau hijau kecoklatan tergantung jenis tanaman. Cabang kemudian disayat dengan pisau secara melingkar dan dibuat memanjang ke bawah sepanjang 3-5 cm atau dua kali diameter cabang.

Kemudian kulitnya dikelupas sehingga bagian kambium yang seperti lendir tampak jelas. Kambium ini dihilangkan dengan cara dikerik dengan mata pisau sehingga bersih atau kering. Setelah dikerik pada keratan bagian atas diolesi atau-pun tanpa diolesi dengan hormon tumbuh. Contoh hormon pertumbuhan atau vitamin, adalah Liquinox Start Vitamin B-1 yang banyak dijual di toko pertanian dengan dosis 2 cc untuk 1 liter air. Jika terdapat kesulitan mencari hormon tumbuh dapat menggunakan pupuk Urea yang dicairkan

dengan kadar 1 % atau 1 gr/1 lt air atau hormon tersebut ditambahkan pada media cangkok.

Siapkan dan atur lembaran plastik (kantong plastik yang sudah dibuka/dibelah) atau sabut kelapa melingkar menyelubungi batang di bagian bawah keratan (1-2 cm). Posisi lembaran plastik menghadap ke arah bawah, kemudian diikat dengan tali plastik atau rafia. Balik posisi kantong plastik ke arah berlawanan/keatas, sehingga akan diperoleh ikatan tali plastik di dalam kantong plastik (ikatan bagian bawah tidak kelihatan dari luar/lebih rapi). Selanjutnya bekas sayatan ditutup dengan media cangkok, media diatur penempatannya agar rata menutupi luka keratan sampai melewati luka keratan bagian atas (1-2 cm). Lakukan pengikatan bagian atas dan bagian tengah plastik (kalau dibutuhkan).

Cangkokan harus dirawat dengan cara disiram secara rutin agar tidak kering atau diposisi atas cangkokan diberi kantong plastik berisi air dengan satu lubang sekecil jarum untuk irigasi tetes atau irigasi tetes dengan menggunakan potongan batang bambu "bumbung" berdiameter 5 cm diisi dengan air, tanpa dilubangi hanya dikerik/dikupas sedikit bagian kulit bawah yang nantinya dilekatkan diatas media cangkokan. Posisi bumbung digantung diatas cangkokan dengan posisi bawah bumbung merapat dengan posisi tengah cangkokan atau ditalikan melekat dicangkokan. Bumbung ini dapat bertahan selama 3 hari. Biasanya setelah 2-3 bulan pada cangkokan yang berhasil akan tumbuh akar. Pada cangkok, akar keluar karena aliran zat makanan (karbohidrat) dan auksin (hormon tumbuh yang mendorong keluarnya akar) mengalir ke bawah melalui kulit kayu (phloem) dan tertahan di bagian keratan sebelah atas, sehingga pada keratan bagian atas ini penimbunan karbohidrat dan hormon jadi

meningkat dan berbentuk kalus yang berubah menjadi akar tanaman. Apabila akar sudah memenuhi media, hasil cangkokan dianggap berhasil. Daun pada cabang terlihat segar. Cangkokan sudah bisa dipotong atau disapih dari induknya. Pemotongan cangkokan dilakukan dengan menggunakan gunting stek atau gergaji di bawah ikatan cangkok. Setelah dipotong dari induknya sebagian daun dikurangi untuk menghindari penguapan yang berlebihan. Potong 1/2 - 1/3 helai daun dari seluruh daun yang ada dengan gunting stek. Plastik pembungkus media dilepaskan. Setelah itu cangkok disemaikan dalam polybag.

Sebagai media cangkok di polybag bisa digunakan campuran pupuk kandang dan tanah dengan perbandingan 1: 2. Selanjutnya polybag ini ditempatkan di tempat yang terlindung sampai cangkokan menjadi segar kembali (biasanya 3-4 bulan). Setelah cukup besar cangkokan bisa dipindah ke kebun.

## 2) Teknik mencangkok dengan media dalam kantong plastik

Teknik mencangkok dengan media dalam kantong plastik hampir sama dengan cara mencangkok yang normal, perbedaannya adalah media cangkok yang digunakan adalah cocopeat (serbuk sabut kelapa) yang tersedia di toko pertanian atau sabut kelapa yang sudah kita perlakukan sendiri, sudah lebih dulu dimasukkan ke dalam kantong plastik. Perlakuan sabut kelapa meliputi langkah-langkah sebagai berikut.

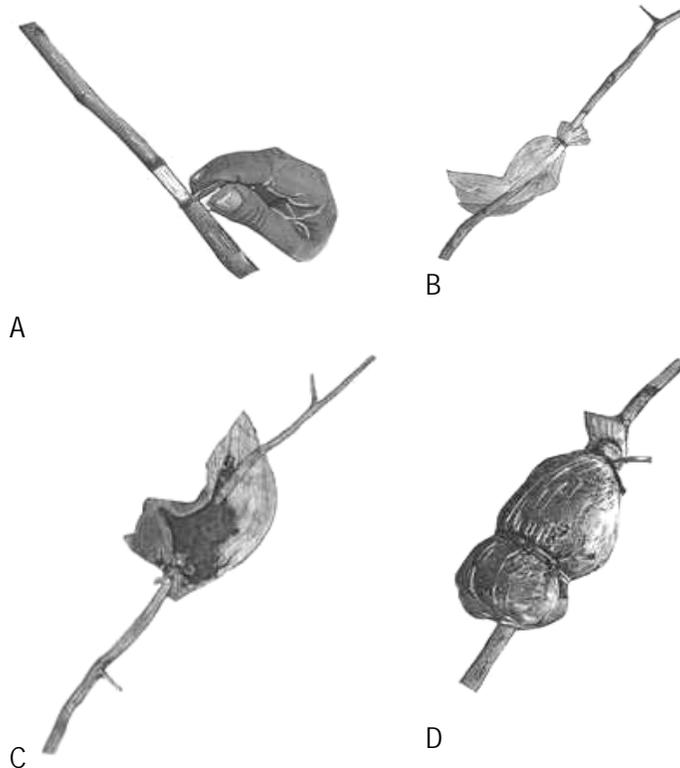
- Sabut kelapa dikupas atau dipisahkan dengan bagian kulit luarnya yang keras, yang digunakan hanya sabut kelapa tanpa kulitnya.
- Sabut kelapa direndam dalam air, paling lama 1 minggu agar melunak sehingga mudah dipisah-pisahkan dan hilang kandungan zat yang ada di sabut kelapa tersebut, karena zat

tersebut dapat menghambat pembentukan akar tanaman. Untuk pemakaian cocopeat tanpa melalui perendaman dalam air (dapat langsung digunakan).

- Sabut kelapa dijemur dan dipisahkan serat-seratnya, maka sabut kelapa tersebut sudah siap digunakan, atau sabut kelapa kita potong-potong lebih kecil.
- Tambahkan hormon pertumbuhan atau vitamin, contoh Liquinox Start Vitamin B-1 yang banyak dijual di toko pertanian dengan dosis 2 cc untuk 1 liter air, atau cara mudahnya adalah 1 sendok makan = 1 tutup kemasan = 10 cc. Jika kesulitan mencari hormon tumbuh dapat menggunakan pupuk Urea yang

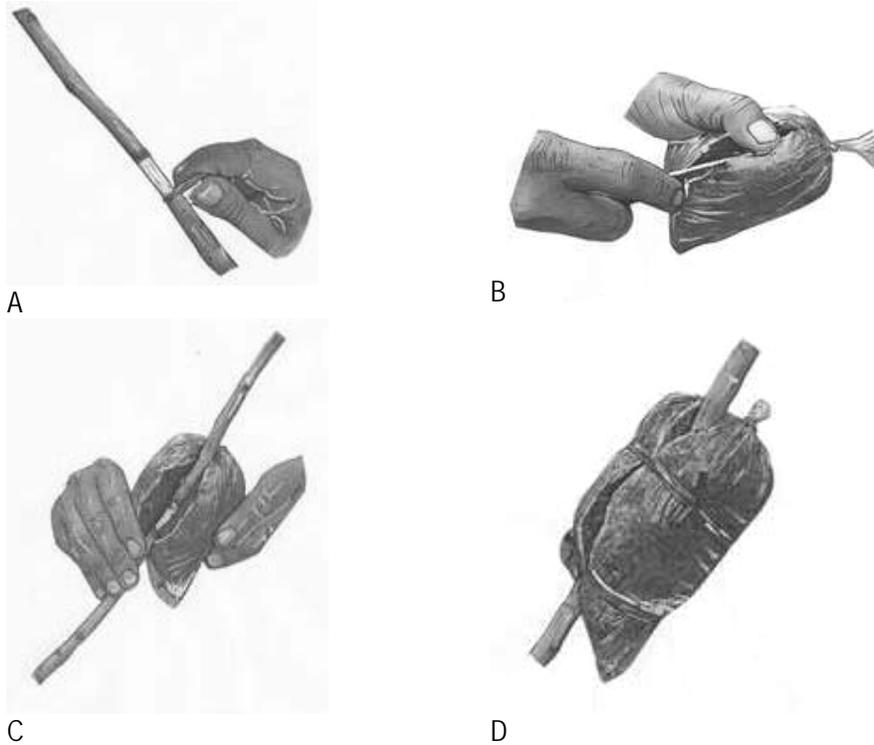
dicairkan dengan kadar 1 % atau 1 gr/1 lt air.

- Sabut kelapa dijemur dan dipisahkan serat-seratnya, maka sabut kelapa tersebut sudah siap digunakan, atau sabut kelapa kita potong-potong lebih kecil. Media, serbuk/potongan sabut kelapa kita taruh di wadah.
- Tambahkan hormon pertumbuhan atau vitamin, contoh Liquinox Start Vitamin B-1 yang banyak dijual di toko pertanian dengan dosis 2 cc untuk 1 liter air, atau cara mudahnya adalah 1 sendok makan = 1 tutup kemasan = 10 cc. Jika kesulitan mencari hormon tumbuh dapat menggunakan pupuk Urea yang



Gambar 3.10.

Proses pencangkakan secara konvensional. A. Pengupasan kulit batang, B. Pengikatan lembaran plastik di bawah kupasan kulit daun, C. Pengisian media ke dalam lembaran plastik D. Teknik pencangkakan konvensional telah selesai.



Gambar 3.11.

Prosesn Pencangkokan konvensional yang dimodifikasi. A. Pengupasan kulit batang, B. Pembukaan kantong plastik berisi media, C. Cabang yang sudah dikupas kulitnya dimasukkan ke dalam kantong media Teknik pencangkokan yang efektif dan efisien telah selesai

Contoh penggunaan media: 2 kg serbuk kelapa kering dicampur dengan 1 liter air yang sudah dicampur dengan 1-3 tetes hormon pertumbuhan, kemudian diratakan hingga diperoleh campuran yang basah. Media cangkok dimasukkan ke dalam kantong plastik ukuran  $\frac{1}{4}$  kg untuk diameter batang yang kecil dan  $\frac{1}{2}$  kg untuk diameter batang yang lebih besar (ukuran kantong plastik disesuaikan dengan diameter batang yang akan dicangkok). Isikan media dan padatkan sampai  $\frac{3}{4}$  plastik, kemudian tarik ujung kantong plastik dan ditalikan. Dari 2 kg media akan dihasilkan 15-20 media dalam kantong plastik.

Media dalam kantong plastik tersebut tahan sampai dengan 1 bulan. Cara penggunaan media tersebut tinggal menyobek/ mengiris memanjang satu sisi kantong plastik dan sisi sobekan tadi

dimasukkan dari bagian bawah jika bisa posisi batang melintang atau datar, pada posisi batang tegak memasukkan bebas, kemudian diselubungi secara merata ke keratan batang tanaman.

Pada batang tanaman dilakukan pengikatan, agar media berada pada posisi yang benar (letak sobekan menghadap ke atas (bila posisi batang mendatar) dan media rata menyelubungi/ menutup keratan/ luka di batang tanaman). Dengan teknik ini diperoleh keuntungan antara lain: (a) Pencangkokan lebih cepat dan ringkas, (b) Jumlah tanaman yang kita cangkok bisa lebih banyak per satuan waktu. (c) Kita punya persediaan media dalam kantong plastik yang mudah dibawa kemana-mana dan mudah dipakai sewaktu-waktu.



Gambar 3.12 . Pohon induk untuk cangkokan (kiri) dan cabang yang dapat dijadikan bibit cangkokan (kanan)



A



B



C



D



E



F

Gambar 3.13.

Proses pencangkokan. A. Mengelupas kulit cabang, B. Membuang kambium cabang, C. Memberi hormon auxin pada sayatan bagian atas, D. Memasang plastik untuk menampung media cangkok, E. Membubuhkan tanah sebagai media tumbuh akar, F. Membungkus dan mengikat dengan tali



G



H



I



J

Gambar 3.13 .(lanjutan).

G. Memelihara cangkokan, disiram/disemprot dengan air, H. Menyiapkan media pembibitan, I. Memotong hasil cangkok, J. Memelihara bibit dari hasil pencang-kokan melalui kegiatan penyiraman, pengendalian OPT dan pemberian pupuk untuk nutrisi bibit baru hasil cangkok



Gambar 3.14. Bibit cangkok yang tealah berakar sudah siap untuk dipisahkan dari pohon induk.

### c. Teknik penyambungan

Penyambungan atau enten (grafting) adalah penggabungan dua bagian tanaman yang berlainan sedemikian rupa sehingga merupakan satu kesatuan yang utuh dan tumbuh sebagai satu tanaman setelah terjadi regenerasi jaringan pada bekas luka sambungan atau tautannya.

Bagian bawah (yang mempunyai perakaran) yang menerima sambungan disebut batang bawah (rootstock atau understock) atau sering disebut stock. Bagian tanaman yang disambungkan atau disebut batang atas (scion) dan merupakan sepotong batang yang mempunyai lebih dari satu mata tunas (entres), baik itu berupa tunas pucuk atau tunas samping. Penyambungan batang bawah dan batang atas ini biasanya dilakukan antara dua varietas tanaman yang masih dalam spesies yang sama. Misalnya penyambungan antar varietas pada tanaman durian. Kadang-kadang bisa juga dilakukan penyambungan antara dua tanaman yang berlainan spesiesnya tetapi masih dalam satu famili. Tanaman mangga (*Mangifera indica*) disambung dengan tanaman kweni (*Mangifera odorata*).

### 1) Manfaat sambungan pada tanaman

Manfaat sambungan pada tanaman adalah untuk memperbaiki kualitas dan kuantitas hasil tanaman, dihasilkan gabungan tanaman baru yang mempunyai keunggulan dari segi perakaran dan produksinya, juga dapat mempercepat waktu berbunga dan berbuah (tanaman berumur genjah) serta menghasilkan tanaman yang sifat berbuahnya sama dengan induknya. Mengatur proporsi tanaman agar memberikan hasil yang lebih baik, tindakan ini dilakukan khususnya pada tanaman yang berumah dua, misalnya tanaman melinjo. Peremajaan tanpa menebang pohon tua, sehingga tidak memerlukan bibit baru dan menghemat biaya eksploitasi.

### 2) Syarat batang bawah untuk sambungan

Untuk menyiapkan batang bawah dapat menggunakan biji asalan atau "sapan" sehingga menghasilkan batang bawah, tetapi ada varietas tanaman yang baik khusus untuk batang bawah yaitu durian varietas bokor dan siriwig, karena biji besar sehingga mampu menghasilkan sistem perakaran yang baik dan tahan terhadap busuk akar.

Pada saat bibit berdiameter 3-5 mm, dan berumur sekitar 3-4 bulan, bibit dalam fase pertumbuhan yang optimum (tingkat kesuburannya baik), kambium aktif, sehingga memudahkan dalam pengupasan dan proses merekatnya mata tempel ke batang bawah.

Agar menghasilkan bibit yang baik disarankan penyiraman dalam jumlah yang cukup (media cukup basah). Batang bawah dipupuk dengan Urea 1-2 minggu sebelum penempelan. Gunakan media tanam dengan komposisi tanah subur :

tanah, pupuk kandang : sekam padi (1:1:1).

Gunakan polybag ukuran 15x20 cm yang sanggup bertahan dari biji sampai 3 bulan siap tempel sampai dengan 3 bulan setelah tempel, setelah periode tersebut polybag harus diganti dengan ukuran yang lebih besar 20x30 cm, atau langsung ke polybag 30x40 cm tergantung permintaan pasar dan seterusnya semakin besar pertumbuhan tanaman maka ukuran polybag semakin besar. Kecuali untuk pengangkutan jarak jauh dalam jumlah banyak maka gunakan polybag yang lebih kecil dari biasanya.

### 3) Syarat batang atas untuk sambungan

Batang atas atau entres yang akan disambungkan pada batang bawah diambil dari pohon induk yang sehat dan tidak terserang penyakit. Pengambilan entres ini dilakukan dengan menggunakan gunting stek atau silet yang tajam (agar diperoleh potongan yang halus dan tidak mengalami kerusakan) dan bersih (agar entres tidak terkontaminasi oleh penyakit).

Entres yang akan diambil sebaiknya dalam keadaan dorman (istirahat) pucuknya serta tidak terlalu tua dan juga tidak terlalu muda (setengah berkayu). Panjangnya kurang lebih 10 cm dari ujung pucuk, dengan diameter sedikit lebih kecil atau sama besar dengan diameter batang bawahnya.

Entres dalam keadaan dorman ini bila dipijat dengan dua jari tangan akan terasa padat, tetapi dengan mudah bisa dipotong dengan pisau silet. Selain itu bila dilengkungkan keadaannya tidak lentur tetapi sudah cukup tegar. Entres sebaiknya dipilih dari bagian cabang yang terkena sinar matahari penuh (tidak ternaungi) sehingga memungkinkan cabang memiliki mata tunas yang tumbuh sehat dan subur. Bila pada waktunya pengambilan entres, keadaan pucuknya

sedang tumbuh tunas baru (trubus) atau sedang berdaun muda, maka bagian pucuk muda ini dibuang dan bagian pangkalnya sepanjang 5-10 cm dapat digunakan sebagai entres.

Pada durian bila entres yang digunakan berasal dari cabang yang tumbuh tegak lurus, maka bibit sambungannya akan tumbuh tegak dengan percabangan ke semua arah atau simetris. Namun bila diambil dari cabang yang lain, pertumbuhan bibitnya akan meng-arah ke samping, berbentuk seperti kipas. Bentuk ini berangsur-angsur hilang bila tanaman menjelang dewasa.

### 4) Tipe sambungan jika ditinjau dari bagian batang bawah yang disambung

Ada dua tipe sambungan, yaitu sambungan pucuk, dan sambungan samping. Sambung pucuk (top grafting) merupakan cara penyambungan batang atas pada bagian atas atau pucuk dari batang bawah. Caranya sebagai berikut. Memilih batang bawah yang diameter batangnya disesuaikan dengan besarnya ba-tang atas. Umur batang bawah pada keadaan siap sambung ini bervariasi antara 1-24 bulan, tergantung jenis tanamannya. Sebagai contoh, untuk durian umur 3-4 bulan, mangga dan alpukat umur 3-6 bulan. Manggis pada umur 24 bulan baru bisa disambung karena sifat pertumbuhannya lambat.

Batang bawah dipotong setinggi 20-25 cm di atas permukaan tanah. Gunakan silet, pisau okulasi atau gunting stek yang tajam agar bentuk irisan menjadi rapi. Batang bawah kemudian dibelah membujur sedalam 2-2,5 cm. Batang atas yang sudah disiapkan dipotong, sehingga panjangnya antara 7,5-10 cm. bagian pangkal disayat pada kedua sisinya sepanjang 2-2,5 cm, sehingga bentuk irisannya seperti mata kampak.

Selanjutnya batang atas dimasukkan ke dalam belahan batang bawah.

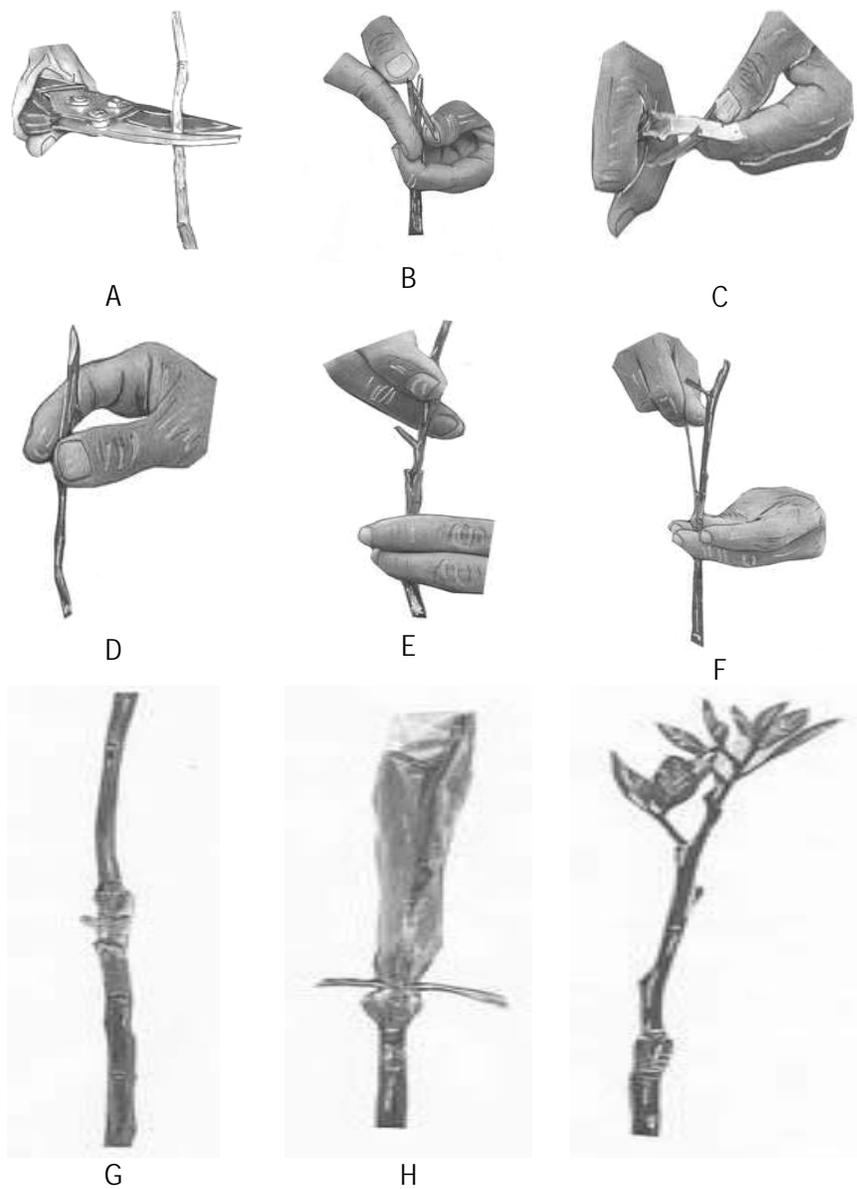
Pengikatan dengan tali plastik yang terbuat dari kantong plastik  $\frac{1}{2}$  kg selebar 1 cm. Kantong plastik ini ditarik pelan-pelan, sehingga panjangnya menjadi 2-3 kali panjang semula. Terbentuklah pita plastik yang tipis dan lemas. Pada waktu memasukkan entres ke belahan batang bawah perlu diperhatikan agar kambium entres bisa bersentuhan dengan kambium batang bawah. Sambungan kemudian disungkup dengan kantong plastik bening. Agar sungkup plastik tidak lepas bagian bawahnya perlu diikat. Tujuan penyungkupan ini untuk mengurangi penguapan dan menjaga kelembaban udara di sekitar sambungan agar tetap tinggi. Tanaman sambungan kemudian ditempatkan di bawah naungan agar terlindung dari panasnya sinar matahari. Biasanya 2-3 minggu kemudian sambungan yang berhasil akan tumbuh tunas. Sambungan yang gagal akan berwarna hitam dan kering. Pada saat ini sungkup plastiknya sudah bisa dibuka. Namun, pita pengikat sambungan baru boleh dibuka 3-4 minggu kemudian. Untuk selanjutnya kita tinggal merawat sampai bibit siap dipindah ke kebun.

Tipe sambungan kedua adalah sambungan samping. Pada dasarnya, pelaksanaan sambung samping sama seperti pelaksanaan model sambung pucuk. Sambung samping merupakan cara penyambungan batang atas pada bagian samping batang bawah. Caranya sebagai berikut. Batang bawah dipilih yang baik. Ukuran batang atas tidak perlu sama dengan batang bawah, bahkan lebih baik dibuat lebih kecil. Pada batang bawah dibuat irisan belah dengan mengupas bagian kulit tanpa mengenai kayu atau dapat juga dengan sedikit menembus bagian kayunya. Irisan kulit batang bawah dibiarkan atau tidak dipotong.

Batang atas dibuat irisan me-runcing pada kedua sisinya. Sisi irisan yang menempel pada batang bawah dibuat lebih panjang menyesuaikan irisan di batang bawah dari sisi luarnya. Batang atas tersebut disisipkan pada irisan belah dari batang bawah. Dengan demikian, batang bawah dan batang atas akan saling berhimpitan. Kedua lapisan kambium harus diusahakan agar saling bersentuhan dan bertaut bersama.

Setelah selesai disambung, kemudian diikat dengan tali plastik. Untuk menjaga agar tidak terkontaminasi atau mengering, sambungan dan batang atas ditutup dengan kantong plastik. Setelah batang atas menunjukkan pertumbuhan tunas, kurang lebih 2 minggu setelah penyambungan, kantong plastik serta tali plastik bagian atas sambungan dibuka lebih dulu, sedangkan tali plastik yang mengikat langsung tempelan batang atas dan kulit batang bawah dibiarkan, sampai tautan sambungan cukup kuat.

Bilamana sudah dipastikan bahwa batang atas dapat tumbuh dengan baik, bagian batang bawah di atas sambungan dipotong. Pemotongan perlu dilakukan supaya tidak terjadi kompetisi kebutuhan zat makanan yang diperlukan untuk pertumbuhan lanjutan dari batang atas.



Gambar 3.15.

Proses pembibitan tanaman dengan teknik sambungan, A. Pemotongan batang bawah, B. Pembelahan batang bawah, C. Melancipkan 2 sisi pangkal batang atas, D. Batang atas siap disambungkan, E dan F, Pengikatan dengan tali plastik, G Sambungan telah diikat, H. Sambungan diselubungi dengan kantong plastik, I. Sambungan telah jadi dan bertaut ditandai keluarnya kuncup daun

#### d. Teknik penempelan tunas (okulasi)

Penempelan atau okulasi (budding) adalah penggabungan dua bagian tanaman yang berlainan sedemikian rupa sehingga merupakan satu kesatuan yang utuh dan tumbuh sebagai satu tanaman setelah terjadi regenerasi jaringan pada bekas luka sambungan atau tautannya.

Bagian bawah (yang mempunyai perakaran) yang menerima sambungan disebut batang bawah (rootstock atau understock) atau sering disebut stock. Bagian tana-man yang ditempelkan atau di-sebut batang atas, entres (scion) dan merupakan potongan satu mata tunas (entres). Dalam buku ini coba kita kenalkan "Okulasi Cipaku" karena teknik okulasi ini banyak dikembangkan dan digu-nakan oleh petani penangkar bibit di daerah Cipaku dan sekitarnya, di Kabupaten Bogor. Biasanya penangkar bibit melakukan okulasi pada saat batang bawah sudah sebesar ukuran pensil. Sedangkan okulasi Cipaku dilakukan pada batang bawah berukuran sebesar pangkal lidi, sehingga bisa meng-hasilkan bibit lebih cepat dari pada sistem okulasi yang lama. Teknik okulasi cipaku ini adalah pengem-bangan teknik okulasi sistem Forkert.

##### 1) Syarat batang bawah untuk okulasi

Dapat menggunakan biji asal-an atau "sapuan" untuk mengha-silkan batang bawah, tetapi ada varietas durian yang baik khusus untuk batang bawah yaitu varietas bokor dan siriwig, karena biji besar sehingga mampu menghasilkan sistem perakaran yang baik dan tahan terhadap busuk akar.

Batang diupayakan berdiameter 3-5 mm, berumur sekitar 3-4 bulan. Dalam fase pertumbuhan yang optimum (tingkat kesuburannya baik), kambiumnya aktif, sehingga memudahkan dalam pengupasan dan proses merekatnya mata

tempel ke batang bawah. Disarankan penyiraman cukup (media cukup basah)

Batang bawah dipupuk dengan Urea 1-2 minggu sebelum penempelan. Gunakan media tanam dengan komposisi tanah subur: tanah, pupuk kandang : sekam padi (1:1:1). Gunakan polybag ukuran 15x20 cm yang sanggup bertahan dari biji sampai 3 bulan siap tempel sampai dengan 3 bulan setelah tempel. Setelah periode tersebut polybag harus diganti dengan ukuran yang lebih besar 20x30 cm, atau langsung ke polybag 30x40 cm tergantung permintaan pasar dan seterusnya semakin besar pertumbuhan tanaman harus diimbangi dengan ukuran besar polybag. Kecuali un-tuk alasan pengangkutan jarak jauh untuk efisiensi tempat kita gunakan polybag yang lebih kecil dari biasanya.

##### 2) Syarat batang atas untuk okulasi

Entres yang baik adalah yang cabangnya dalam keadaan tidak terlalu tua dan juga tidak terlalu muda (setengah berkayu). Warna kulitnya coklat muda kehijauan atau abu-abu muda. Entres yang diambil dari cabang yang terlalu tua pertumbuhannya lambat dan persentase keberhasilannya rendah. Besar diameter cabang untuk entres ini harus sebanding dengan besarnya batang bawahnya.

Cabang entres untuk okulasi sebaiknya tidak berdaun (daunnya sudah rontok). Pada tanaman tertentu sering dijumpai cabang entres yang masih ada daun melekat pada tangkai batangnya. Untuk itu perompesan daun harus dilakukan dua minggu sebelum pengambilan cabang entres. Dalam waktu dua minggu ini, tangkai daun akan luruh dan pada bekas tempat melekatnya (daerah absisi) akan terbentuk kalus penutup luka yang bisa mencegah masuknya mikro-organisme penyebab penyakit (patogen).

Syarat lain yang perlu diperhatikan pada waktu pengambilan entres adalah kesuburan dan kesehatan pohon induk. Untuk meningkatkan kesuburan pohon induk, biasanya tiga minggu sebelum pengambilan batang atas dilakukan pemupukan dengan pupuk NPK. Kesehatan pohon induk ini penting karena dalam kondisi sakit, terutama penyakit sistemik mudah sekali ditularkan pada bibit.

Entres diambil setelah kulit kayu cabangnya dengan mudah dapat dipisahkan dari kayunya (dikelupas). Bagian dalam kulit kayu ini (kambium) akan tampak berair, ini menandakan kambiumnya aktif, sehingga bila mata tunasnya segera diokulasikan akan mempercepat pertautan dengan batang bawah.

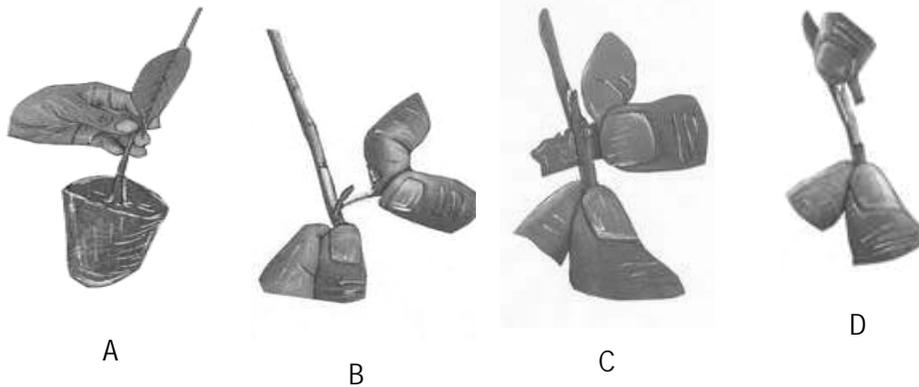
### 3) Faktor yang menunjang keberhasilan okulasi

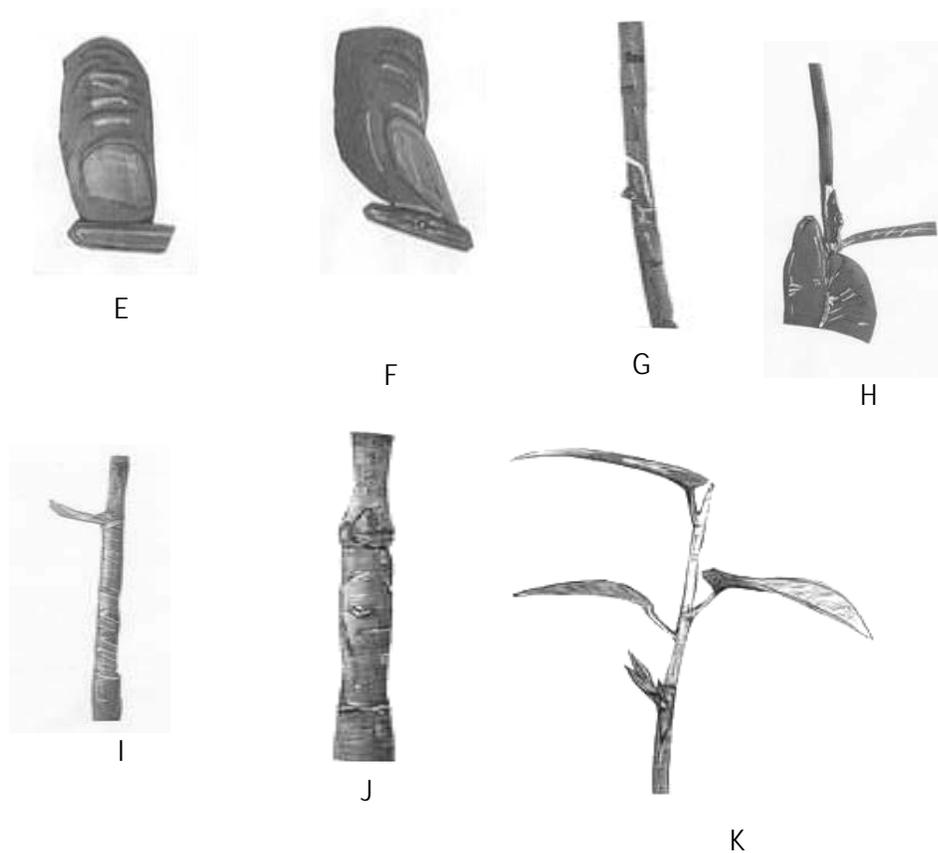
Waktu terbaik pelaksanaan okulasi adalah pada pagi hari, antara jam 07.00-11.00 pagi, karena saat tersebut tanaman sedang aktif berfotosintesis sehingga kambium tanaman juga dalam

kondisi aktif dan optimum. Diatas Jam 12.00 siang daun mulai layu. Tetapi ini bisa diatasi dengan menempel di tempat yang teduh, terhindar dari sinar matahari langsung.

Kebersihan alat okulasi, silet yang akan digunakan langsung kita belah dua saat masih alam bungkus kertas, sehingga silet kita tetap dalam kondisi bersih satu belahan kita gunakan sedangkan belahan lainnya kita simpan untuk pengganti belahan silet pertama apabila dirasa sudah tidak tajam lagi. Perawatan alat okulasi, setelah digunakan silet di-bersihkan dan dibungkus lagi dengan kertas pembungkusnya agar tidak berkarat.

Petani terampil satu bagian silet mampu digunakan untuk 100 s/d 200 kali okulasi sehingga dengan dua bagian silet mampu dihasilkan 200 s/d 400 okulasi dalam sehari (10 jam kerja). Seorang pembibit yang berpengalaman dalam 1 jam mampu menempel sekitar 40 tempelan. Kerja mulai jam 06.00-12.00 (6 jam) dilanjutkan jam 13.00-17.00 (4 jam), sehingga 10 jam kerja dalam 1 hari dihasilkan  $10 \times 40 = 400$  tempelan.





Gambar 3.16.

Proses pembuatan bibit dengan cara okulasi. A. Okulasi dengan menggunakan bibit berdiameter 3-5 mm, berumur 3-4 bulan., B. Pembuatan sayatan di batang bawah, C. Pengambilan mata entres dari batang atas, D. Mata entres terpisah dengan batang atas, E. Mata entres terlepas dengan kayunya, F. Mata entres terlepas tanpa kayunya dan siap ditempel, G. Menempelkan mata entres ke sayatan batang Bawah., H. Pengikatan dengan tali plastik, I. Arah ikatan dari bawah ke atas, J. Setelah 2-3 minggu okulasi sudah dapat dibuka, K. Mata tunas tumbuh hasil okulasi

Pembuatan tali plastik dari kantong plastik berukuran ½ kg (12x25 cm) atau 2 kg (20x35 cm). Gunakan plastik yang tahan santan dan minyak. Membuat irisan memanjang dengan lebar 0.5-1 cm. Pengirisan dengan silet, yang Bergeraknya plastiknya bukan siletnya. Untuk pemula pengirisan plastik bisa beralaskan papan atau kaca, sedangkan yang sudah biasa pengirisan kantong plastik dapat langsung di atas paha kita.

Cara menghitung kebutuhan tali plastik adalah sebagai berikut. Biasanya

1 kantong plastik ukuran ½ kg menjadi 12 irisan bolak-balik sehingga menjadi 24 irisan x 3 bagian (8 cm) dihasilkan sekitar 72 tali plastik x ¼ kg (isi 140 lembar) maka dihasilkan 10.080 tali plastik, sedangkan 1 kantong plastik ukuran 2 kg menjadi 20 irisan bolak balik sehingga menjadi 40 irisan x 4 bagian (8 cm) dihasilkan sekitar 160 tali plastik x ¼ kg (isi 60 lembar) maka dihasilkan 9.600 tali plastik. Harga ¼ kg kantong plastik harganya Rp 3.000,-, ¼ kg plastik ukuran ½ kg berisi 140 kantong plastik dan ¼ kg

plastik ukuran 2 kg berisi 60 kantong plastik.

Membersihkan tali plastik dengan cara dipegang dengan jari direntangkan dan diketek-ketek atau digerakan biar menjadi ber-sih, jangan dilap. Biasanya kan-tong plastik yang habis kita iris menjadi tali plastik, kita gosok-gosokan ke telapak tangan kita biar tidak licin/lebih kesat.

#### 4) Cara okulasi

##### a) Perlakuan pendahuluan

Batang bawah dengan polybagnya dipegang dan diangkat sedikit keatas lalu ditekan miring ke bawah sehingga posisi tanaman dan polybagnya menjadi miring ke arah luar, agar memudahkan mencari posisi batang yang akan di tempel dan pengerjaan penempelan, gerakan ini juga mampu menjatuhkan embun/ air yang melekat di daun, agar lebih banyak embun/air yang jatuh, gerakan batang bawah sekali lagi dengan tangan.

Batang bawah dibersihkan dari kotoran/debu dengan cara mengusap dengan ibu jari dan telunjuk tangan kita pada bagian yang akan dibuat sobekan untuk okulasi.

##### b) Pembuatan sayatan untuk tempat menempel entres

Bagian batang bawah yang akan dijadikan tempat okulasi harus diperhatikan dengan seksama. Penentuan tempat okulasi, buat tempat sayatan/ kupasan/ sobekan setinggi 3 kali tinggi/panjang silet dari batas akar dan batang, karena bila okulasi pertama gagal setelah 3 minggu kita bisa mengokulasi lagi tepat berjarak sepanjang silet dibawah luka okulasi pertama pada sisi yang berlawanan, kalau okulasi ke-2 masih gagal dalam 3 minggu berikutnya kita dapat mengulang untuk yang terakhir

kali atau yang ke-3 berjarak sepanjang silet pada sisi yang berlawanan dengan okulasi ke-2 atau sama sisi dengan okulasi ke-1. Kalau itupun gagal kita bisa gunakan alternatif dengan teknik sambung pucuk atau kita menunggu tanaman tumbuh lebih tinggi. Tetapi jangan melakukan okulasi 2 atau 3 sekaligus pada tanaman karena itu akan membuat stress tanaman.

Panjang silet sekitar 4 cm, sehingga jarak tempat okulasi pertama adalah setinggi sekitar 12 cm di atas batas akar dan batang. Buang daun dibawah posisi tempat sayatan, untuk memudahkan penempelan atau tidak menghalangi pandangan.

Penyayatan kulit batang bawah mendatar selebar 3-4 mm dengan 2 atau 3 kupasan, tergantung pada besar kecilnya diameter batang bawah dan diseimbangkan dengan besar kecilnya entres, lalu ditarik ke bawah sepanjang lebih kurang 1,5-3 cm, sehingga menjulur seperti lidah. Sayatan ini kemudian dipotong  $\frac{3}{4}$  panjangnya atau menyisakan sedikit sayatan ( $<1/3$  bagian) cukup untuk tempat menahan sayatan atau pola mata entres.

##### c) Pengambilan mata entres

Kriteria mata entres yang baik dari segi ukuran:

- Mata entres yang sudah plast/mekar (tidak bagus).
- Mata entres yang besar tapi belum plast/sedang/bentuknya sudah menonjol (terbaik untuk ditempel).
- Mata tunas kecil/dormant/ istirahat (dapat digunakan tapi agak lama melekatnya dan pertumbuhannya juga relatif lama).

Kriteria mata entres yang baik dari segi pengerjaan dan bentuk:

- Mudah dikupas (menandakan bawah kambiumnya/ jaringannya aktif).
- Kelihatan ernas/ sehat/ segar.

- Diambil dari ranting yang berdiameter 2-4 mm, atau diameternya sama dengan batang bawah.
- Warna kulit sama dengan warna kulit batang bawah (menunjukkan kesesuaian secara fisiologis).

Pengambilan/pengupasan pola mata entres dari atas ke bawah, karena yang dilekatkan yang menjadi faktor penentu tingkat keberhasilan adalah lekatan pola entres bagian bawah rapat dengan pola jendela di batang bawah. Atau dengan kalimat lain bahwa yang diperlukan adalah sisi bawah yang bersih, karena syarat mutlak agar tempelan jadi adalah pola mata entres harus melekat/ menempel rapat pada sisi bawah dan salah satu sisi samping, sedangkan sisi atas dan sisi samping lainnya tidak melekatpun tidak apa-apa, tetapi lebih sempurna kalau semua sisi menempel rapat (tetapi keadaan tersebut sulit dicapai). Ukuran sayatan mata tempel sedikit lebih kecil dari ukuran sayatan batang bawah.

Batang disayat agak dalam sehingga menembus kayu. Tangan kiri memegang ranting yang mau diambil mata entresnya, ibu jari tangan kiri menahan ranting dan membantu mendorong ke arah atas saat silet ditangan kanan mulai bergerak membuat sayatan menembus kayu, panjang sayatan sekitar 0.5-1 cm diatas mata entres dan 0.5-1 cm dibawah mata entres (sayatan mata entres se-panjang sekitar 1-1.5 cm), sayatan untuk pengambilan entres harus dengan satu gerakan mulus searah dan tidak boleh dengan gerakan terputus-putus.

Setelah sayatan melewati mata entres, kemudian membuat keratan melingkar mengarah miring ke dalam menghubungkan kedua sisi sayatan bidang pola mata entres, untuk memisahkan mata entres dengan kayu dengan cara mengait pola dengan ujung silet atau dengan kuku jari dengan

sontekan halus sehingga terlepaslah kulit yang membawa mata entres dengan kayu dan sayatan kayu tidak terlepas dari ranting.

Apabila ranting yang terdapat mata entres terlalu kecil, biasanya sayatan ikut melepaskan kayu terikat dengan sayatan, kalau itu terjadi kita masih dapat memisahkan mata entres dengan kayu tersebut dengan sontekan ujung silet yang hati-hati. Kemudian rapihkan irisan sisi bawah entres untuk menghindari irisan sisi bawah entres dari kotoran atau infeksi, yang menjadi perhatian pola sayatan mata entres harus bersih dari kayu dan apabila dilihat tidak meninggalkan lubang di bekas kulit mata entres, maka sayatan pola mata entres tersebut siap untuk ditempelkan.

- c) Menempelkan mata entres ke sayatan batang bawah

Ambil sayatan mata entres, masukkan, lekatkan, tempelan, tancapkan dan tekan entres pada sisa sobekan di batang bawah. Prinsipnya semakin cepat penempelan dari pengambilan entres semakin baik, persen jadinya makin tinggi.

- d) Pengikatan

Ambil tali dan tarik tali plastik yang disiapkan untuk pengikatan, pengikatan dari bawah tempelan melingkar ke atas dimulai sekitar 0.5 cm di bawah sayatan/jendela, tali plastik disusun saling tindih seperti menyusun genting, pengikatan dengan hati-hati jangan terlalu kencang (menggangu proses penyatuan batang bawah dan entres), atau kurang kencang/ kendur (air bisa masuk ke luka tempelan, sehingga menginfeksi tempelan) gunakan perasaan dalam pengikatan. Pengikatan di dekat mata entres harus lebih hati-hati, ikat bagian bawah mata entres menuju bagian atas

mata entres, ikat arah menyilang menuju bawah mata entres, ikat bagian bawah mata entres, kembali menyilang ke atas mata entres usa-hakan sekitar mata entres terikat sempurna sehingga air tidak ma-suk ke dalam tempelan. Lanjutkan pengikatan ke arah atas sampai ikatan menutupi 0.5 cm diatas luka sayatan batang bawah, lalu kunci ikatan dan tarik tali plastik dan potong/rapikan sisa tali plastik.

Mata entres yang besar atau menonjol, semisal pada durian tidak ditutup tali plastik saat pengikatan, tangkai daun dipotong penuh/biasanya tangkai daunnya sudah tanggal dengan

sendirinya bila mata entres sudah besar. Mata entres yang masih kecil ditutup dengan tali plastik, tetapi disiasati dengan menyisakan potongan tangkai daun dibawahnya agak panjang sedikit, sehingga walaupun di tutup tapi sisa potongan tangkai daun masih mam-pu melindungi mata entres kecil dari tekanan pengikatan tali plastik sehingga cukup ruang untuk tumbuh dan mata entres tidak patah. Jika mata tunasnya tidak menonjol seperti pada mangga dan jeruk, mata tunas boleh ditutup rapat dengan pita plastik.



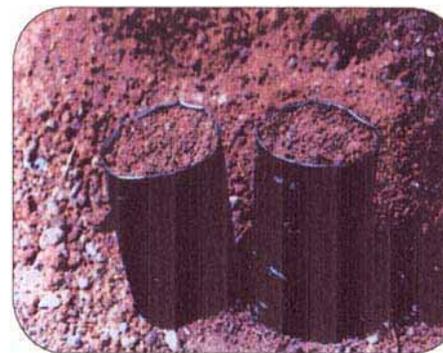
A



B



C



D

Gambar 3.17.

Proses Pembibitan duria dengan teknik sambung, A. Menyiapkan alat dan bahan, B. Menyediakan biji durian untuk batang bawah C. Mencampur media semai, D. Mengisi polybag untuk menyemai biji durian



E



F



G



H



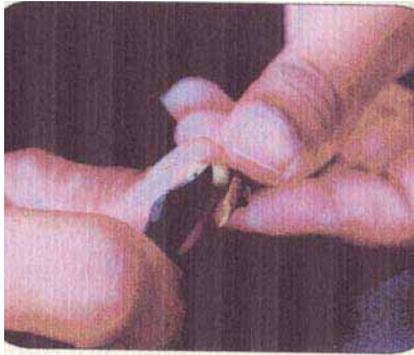
I



J

Gambar 3.17 (Lanjutan)

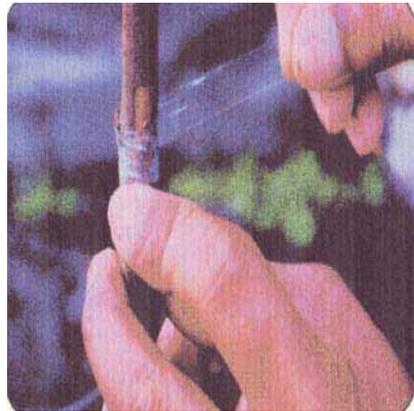
E. Menyemai biji durian untuk batang bawah, F. Memberi pupuk untuk batang bawah, G. Memelihara batang bawah, H. Menyiapkan calon entres, I. Menyayat batang bawah untuk menempelkan entres, J. Menyiapkan calon entres.



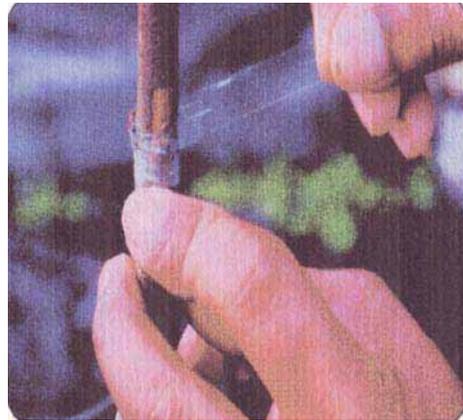
K



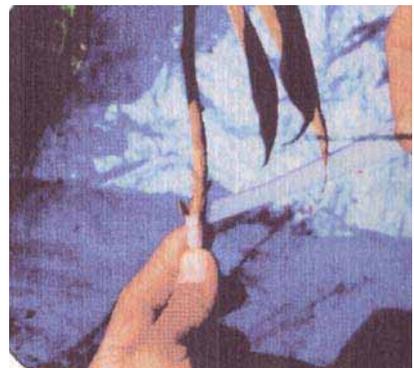
L



M



N



O



P

Gambar 3.17 (Lanjutan).

K. Mengambil entres, L. Menyelipkan entres, M. Membalut entres, N. Membalut dan mengikat entres, O. Memelihara entres, P. Dari entres akan tumbuh menjadi tunas baru.



Q



R



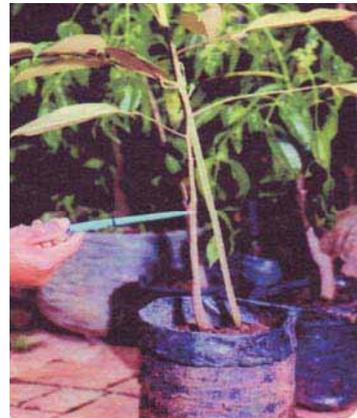
S



T



U



V

Gambar 3.17 (Lanjutan)

Q. Tunas baru tumbuh dan berkembang, R. Mengendalikan gulma OPT selama pemeliharaan tunas baru, S. Daun tunas muda bertambah, T. Dari tunas muda tumbuh ranting serta daun baru, U. Bibit hasil okulasi dipelihara secara kontinu, V. Bibit siap dipasarkan.

- 5) Kegiatan sesudah okulasi
  - a) Deteksi keberhasilan okulasi

Untuk mendorong tumbuhnya mata tunas atau pertumbuhan batang bawah seimbang antara pertumbuhan keatas

dan menyamping, sehingga cukup makanan untuk proses melekatnya tempelan entres, dilakukan pemotongan pucuk (titik tumbuh) batang bawah setelah penempelan. Biasanya 2-3 minggu kemudian mata okulasi mulai tumbuh dan dimulailah pembukaan entres. Kita buka ikatan paling atas dengan silet dan dilanjutkan dengan memutar tali ikatan berlawanan dengan arah pengikatan secara perlahan dan hati-hati ke arah ikatan yang lebih bawah.

Tanda dari keberhasilan okulasi adalah mata entres yang ditempelkan tetap hijau, segar, tidak kering, atau tidak patah. Mata tunas tumbuh, walaupun belum kelihatan tumbuh dapat dengan menggores sedikit permukaan sayatan mata entres yang kita tempel apabila tetap segar/hijau berarti tempelan jadi. Tempelan yang gagal mata tempelnya akan berwarna coklat kehitaman.

Setelah mata tunas okulasi mempunyai 2-3 helai daun yang dewasa dan siap berfotosintesis, lakukan pemotongan kira-kira 2-3 cm di atas mata okulasi batang bawahnya. Agar pertumbuhan mata tunas batang atas tidak terganggu, tunas yang tumbuh dari batang bawah harus dibuang.

#### b) Pemeliharaan bibit setelah okulasi

Penyiraman paling lama 2 hari sekali, dilihat ada tidaknya hujan, yang harus diingat bahwa tanaman yang kita tempel mengalami pelukaan/stress sehingga memerlukan makanan, air dan perawatan yang lebih. Pemupukan dapat dilakukan dengan menggunakan pu-puk daun seperti Atonik, Metalik atau Gandasil D dengan konsentrasi 2 cc/l air atau menggunakan pupuk NPK (15:15:15) dengan konsentrasi 1-2 g/l air. Pemberian pupuk ini dilakukan seminggu sekali. Selain itu pemupukan dapat juga diberikan melalui tanah dengan dosis 1-2 gram per tanaman yang dilakukan sebulan sekali.

Penyemprotan dengan insektisida apabila terdapat hama. Biasanya hama yang menyerang tanaman di pembibitan adalah kutu perisai, kutu putih dan ulat daun. Insektisida yang di-gunakan, misalnya Supracide 25 WP, Decis 2.5 EC, Reagent 50 SC atau Decis 2.5 EC, Matador, Kanon dengan konsentrasi 2 cc/l air. Perlu ditambahkan perekat semisal Suntick, apabila penyemprotan pada musim hujan.

Penyemprotan dengan fungisida apabila terdapat serangan penyakit lodoh/busuk daun, gejala bercak-bercak hitam pada permukaan daun, daun melipat dan melekat satu sama lainnya, selanjutnya daun menjadi kecoklatan, kering dan mati. Biasanya penyakit yang menyerang tanaman di pembibitan terutama yang disebabkan oleh *Rhizoctonia sp*, *Phytophthora sp*, *Fusarium sp* dan *Phytium sp*. Bibit yang terserang supaya tidak menular segera dipisahkan dari kelompok yang masih sehat, kemudian seluruh bibit disemprot dengan Antracol 70 WP, Dithane M-45 80 WP, Benlate dengan konsentrasi 2 cc/l atau 2 g/l air. Penyemprotan diulang seminggu sekali.

#### e. Penyusuan

Istilah penyusuan (approach grafting) merupakan cara penyambungan di mana batang bawah dan batang atas masing-masing tanaman masih berhubungan dengan perakarannya. Keuntungan dari teknik ini adalah tingkat keberhasilan tinggi, tetapi pengerjaannya agak merepotkan, karena batang bawah harus selalu didekatkan kepada cabang pohon induk yang kebanyakan berbatang tinggi.

Kerugian lainnya bahwa penyusuan hanya dapat dilakukan dalam jumlah sedikit atau terbatas, tidak sebanyak sambungan atau menempel dan akibat dari penyusuan bisa merusak tajuk pohon

induk. Oleh karena itu penyusuan hanya dianjurkan terutama untuk perbanyakan tanaman yang sulit dengan cara sambungan dan okulasi.

### 1) Tipe penyusuan

Susuan duduk untuk mendekatkan batang bawah dengan cabang induknya dibuat parapara dari bambu. Batang bawah kemudian ditaruh diatas para-para dan disusukan dengan cabang pohon induk. Susuan gantung disebut demikian karena batang bawah yang akan disusukan didekatkan dengan cabang pohon induk dengan posisi menggantung. Dan polybag batang bawah kita ikatkan pada cabang batang atas.

### 2) Cara melakukan susuan

Batang bawah disayat dengan kayunya sepanjang 2-3 cm, kira-kira 1/3 diameter batang. Hal yang sama dilakukan untuk cabang batang atasnya yang belum dipotong dari induk.

Keduanya kemudian dilekatkan tepat pada bagian yang disayat. Pada waktu melekatkan harus diperhatikan agar kambium entres dan batang bawahnya berhimpit. Posisi susuan bisa duduk atau menggantung. Pemotongan entres dilakukan setelah pertautan berhasil. Biasanya setelah 3-4 bulan. Tan-danya ada pembengkakan disekitar batang yang diikat. Agar cabang entres tidak kaget atau stres sebaiknya pemotongan dari induk dilakukan secara bertahap sebanyak tiga kali. Selang waktu pengeratan pertama ke berikutnya adalah seminggu. Pada pengeratan pertama setelah terjadi pembengkakan cabang entres dikerat 1/3 diameter cabang. Minggu ke-dua 2/3 diameter cabang. Minggu ketiga susuan dipotong lepas.

- Pengupasan batang atas dan batang bawah
- Penyatuan batang atas dan batang bawah



A



B



C



D



E

Gambar 3.18.

Proses Pembibitan dengan teknik penyusuan, A. Pengupasan batang atas dan batang bawah, B. Penyatuan batang atas dan batang bawah, C. Pengikatan batang atas dan batang bawah, D. Pengikatan telah selesai dan perlu diberi satu ikatan lagi untuk menguatkan, E. Hasil teknik penyusuan duduk



Gambar 3.18 (Lanjutan)  
Hasil teknik penyusuan

Tabel 3.1. Perbanyakan beberapa tanaman buah-buahan dengan cara vegetatif

Jenis tanaman	Okulasi	Sambung	Penyusuan	Stek	Cangkokan
Alpukat	+	+	+	0	+
Belimbing	+	+	+	-	0
Cempedak	+	+	+	-	0
Duku	0	+	+	-	0
Durian	+	+	+	-	0
Jambu air	+	-	+	+	+
Jambu biji	+	+	+	+	+
Jambu bol	-	+	+	0	+
Jeruk	+	+	+	+	+

Kapulasan	+	-	+	-	+
Mangga	+	+	+	0	+
Manggis					
Melinjo					
Nangka				-	-
Rambutan	+				
Sirsak					
Sukun	+	+	+	+	+

Keterangan : (+) baik (o) kurang baik (-) gagal

- Pengikatan batang atas dan batang bawah
- Pengikatan telah selesai dan perlu diberi satu ikatan lagi untuk menguatkan
- Hasil teknik penyusuan duduk
- Hasil teknik penyusuan gantung.

### 3) Pemeliharaan bibit tanaman hasil susuan.

Setelah bibit susuan siap disapih maka pemeliharaan benih susuan dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut. Pemeliharaan bibit pada umumnya adalah penyemprotan dengan insektisida apabila terdapat hama. Biasanya hama yang menyerang tanaman di pembibitan adalah kutu perisai, kutu putih dan ulat daun. Insektisida yang digunakan, misalnya Supracide 25 WP, Decis 2,5 EC, Reagent 50 SC atau Decis 2.5 EC dengan konsentrasi 2 cc/l air.

Penyemprotan dengan fungisida dilakukan apabila terdapat serangan penyakit. Biasanya penyakit yang menyerang tanaman di pembibitan terutama yang disebabkan oleh *Rhizoctonia sp*, *Phytophthora sp*, *Fusarium sp* dan *Pythium sp*. Bibit yang terserang supaya tidak menular segera dipisahkan dari kelompok yang masih sehat, kemudian seluruh bibit disemprot dengan Antracol 70 WP, atau Dithane M-45 80 WP dengan konsentrasi 2 cc/l atau 2 g/l air. Penyemprotan diulang seminggu sekali.

Pemupukan dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk daun seperti Atonik, Metalik atau Gandasil D dengan konsentrasi 2 cc/l air atau menggunakan pupuk NPK (15:15:15) dengan konsentrasi 1-2 g/l air. Pemberian pupuk ini dilakukan seminggu sekali. Selain itu pemupukan dapat juga diberikan melalui tanah dengan dosis 1-2 gram per tanaman yang dilakukan sebulan sekali.

Penyiraman bibit pada musim kemarau biasanya dilakukan setiap dua hari sekali, sedangkan pada musim hujan disesuaikan. Penyiraman bibit ini dilakukan dengan menggunakan gembor air.

Pengairan sistem genangan atau bahasa Jawanya dilep apabila pembibitannya dilakukan dalam polybag yang ditaruh di sawah, maka cara penyiraman dengan menutup saluran pembuangan air, kemudian air dimasukkan ke areal pembibitan sampai media di polybag menjadi basah. Pemasukan air ini sebaiknya dilakukan pada waktu sore/ malam hari ketika suhu tanah tidak tinggi. Lama perendaman 1-2 jam dengan tinggi air cukup  $\frac{3}{4}$  tinggi polybagnya.

Penyiangan rumput pengganggu (gulma), karena rumput selalu bersaing dengan bibit dalam pengambilan hara, ruang tempat tumbuh, air dan sinar matahari.

### 3.5. Pemilihan Teknik Perbanyakan Vegetatif

Ada lima cara perbanyak vegetatif buatan untuk tanaman buah yang sudah dikenal oleh para penangkar bibit dan petani yaitu cara penyambungan, okulasi, penyusuan, cangkok dan stek. Pada tiga cara yang pertama dikenal adanya istilah batang bawah dan batang atas.

Batang bawah berupa tanaman yang biasanya berasal dari biji. Tanaman dari biji sengaja dipilih karena mempunyai keunggulan dari segi erakarannya, yakni tahan cendawan akar dan mempunyai perakaran yang banyak serta dalam, sehingga tahan terhadap kekeringan dan kondisi tanah yang becek. Sedangkan batang atas berupa ranting atau mata tunas dari pohon induk yang mempunyai sifat unggul terutama dalam produksi dan kualitasnya. Dari hasil menggabungkan sifat batang bawah dan batang atas ini diperoleh bibit tanaman yang disebut bibit enten, okulasi dan susuan. Pada perbanyak dengan cara mencangkok batang bawah tidak diperlukan karena pada cara ini perakaran keluar langsung dari cabang pohon induk yang dicangkok. Sedangkan cara stek pada prinsipnya menumbuhkan bagian atau potongan tanaman, sehingga menjadi tanaman baru menumbuhkan bagian atau potongan tanaman, sehingga menjadi tanaman baru. Kelebihan bibit vegetatif yaitu selain berbuahnya persis sama dengan induknya, bibit juga berumur genjah (cepat berbuah). Tanaman manggis asal bibit susuan berbuah lima tahun setelah tanam, sedangkan bibit yang berasal dari biji baru berbuah 10-15 tahun setelah tanam. Bibit durian okulasi bisa berbuah 4-6 tahun setelah tanam, sedangkan bibit asal biji berbuah lebih dari 10 tahun setelah tanam.

Beberapa jenis tanaman buah-buahan tertentu sampai saat ini hanya berhasil diperbanyak dengan cara tertentu pula. Ada jenis tanaman tertentu yang tidak bisa diokulasi karena banyak

mengandung getah. Rambutan dan kapulasan selalu gagal kalau disambung (enten) karena pengaruh asam fenolat yang teroksidasi dapat menimbulkan pencoklatan (browning).

Resin dan asam fenolat ini bersifat racun terhadap pembentukan kalus. Sedangkan contoh lainnya adalah belimbing dan manggis yang sulit sekali berakar bila dicangkok karena kalusnya hanya menggumpal dan tidak mampu membentuk inisiasi (bakal) akar.

Dalam perbanyak vegetatif tanaman buah-buahan, ada cara perbanyak tertentu yang lebih menguntungkan bila dilakukan pada jenis tanaman tertentu pula, sehingga cara perbanyakannya menjadi cepat dan efisien. Tanaman manggis dan belimbing akan lebih menguntungkan bila diperbanyak dengan cara enten, sedangkan tanaman durian menguntungkan bila diperbanyak dengan cara okulasi. Perbanyak tanaman buah-buahan dengan cara penyusuan walau keberhasilannya tinggi, tetapi kurang praktis dalam pengerjaannya, sehingga bibit yang dihasilkan per satuan waktu menjadi sedikit. Sebagai contoh seorang pekerja yang sudah terampil mengokulasi durian, dalam sehari (8 jam kerja) bisa mengokulasi 350-400 tanaman, sedangkan untuk penyusuan hanya bisa mengerjakan 75-100 susuan sehari. Oleh karena itu perbanyak dengan cara penyusuan hanya disarankan sebagai alternatif terakhir dalam perbanyak tanaman buah-buahan seperti pada perbanyak tanaman jenis nangka kandel yang keberhasilannya kurang dari 20% bila diperbanyak dengan cara enten atau okulasi. Dengan diketahuinya cara perbanyak yang lebih menguntungkan untuk masing-masing tanaman buah-buahan, maka akan diperoleh efisiensi tinggi dalam pengadaan bibit buah-

buah secara masal, walaupun dengan menggunakan cara konvensional.

Tabel 3. 2. Persentase keberhasilan cara perbanyakan okulasi, enten dan penyusuan pada beberapa tanaman

Jenis tanaman	Okulasi	Enten	Penyusuan
Alpukat	40-70	50-80	70-100
Belimbing	40-60	60-90	60-100
Duku	0-10	40-60	40-80
Durian	60-80	20-60	60-100
Jeruk	60-70	70-85	60-90
Kapulasan	10-40	0	40-80
Mangga	40-70	60-90	60-100
Manggis	0	50-80	50-80
Melinjo	70-80	80-90	70-100
Rambutan	30-70	0	60-100
Sawo	0	70-80	60-90

Sumber : Sunaryono (1987) dan Wijaya (1990)

Keterangan : nilai dalam persen (%)

#### a. Tips Membeli Bibit Tanaman

Bibit yang siap untuk ditanam manfaatnya akan dapat dinikmati setelah beberapa bulan atau beberapa tahun. Dengan demikian kesalahan dalam membeli bibit ini akan berakibat fatal bukan hanya berupa kerugian ekonomi tetapi juga kerugian tenaga dan waktu. Ada beberapa kiat dalam pembelian bibit yang harus diperhatikan baik itu faktor teknis maupun faktor non teknis.

Penjual bibit yang dapat dipercaya memiliki ciri sebagai berikut: Terdaftar di Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB).

- Bibit yang dijualnya telah bersertifikat
- Memiliki pembibitan sendiri atau mengetahui dengan pasti asal penangkarnya sehingga memudahkan melacak keaslian varietasnya.

Mengetahui secara pasti varietas bibit yang dijualnya. Memiliki tempat penjualan permanen (mangkal) sehingga

memudahkan bagi pembeli yang akan komplain.

- 1) Membeli bibit yang unggul atau baik kualitasnya

Induk yang baik berasal dari varietas unggul, sehat dan telah cukup umur (lebih baik kalau pohon induk sudah berproduksi). Untuk memastikan bahwa bibit tersebut berasal dari induk yang baik, cara yang paling baik adalah dengan mengetahui sendiri secara langsung tanaman induk bibit tersebut. Hal ini tidak sulit dilakukan jika penjualnya telah dikenal baik oleh pembeli. Pada kondisi seperti ini biasanya pembeli tahu betul kondisi "dapur produksi" produsen bibit tersebut. Jika tidak memungkinkan untuk mengetahui secara langsung kondisi tanaman induknya, upaya yang dapat dilakukan adalah meminta informasi sebanyak mungkin kepada penangkar tentang induk tanaman tersebut. Untuk mengetahui varietas bibit tersebut, dapat

dilakukan dengan pengidentifikasian ciri-ciri spesifik varietas tersebut. Bibit sehat dan berpenampilan baik

Dalam memilih bibit tanaman, yang perlu diperhatikan pertama kali ialah pertumbuhan batang, cabang dan daunnya. Selanjutnya dapat diperhatikan juga penampakan luarnya, apakah ada gejala serangan hama dan penyakit atau tidak.

Bentuk batang dan cabang dipilih yang baik, kelihatan mulus dan kokoh, tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu pendek sesuai dengan umurnya. Tanaman yang kerdil biasanya kelihatan pendek dari yang seharusnya. Ada pula bibit yang pertumbuhan tingginya terlalu pesat, sedangkan batangnya kelihatan kecil dan terkesan kurang kokoh.

Perlu diperhatikan bahwa bibit yang baik biasanya memiliki batang utama yang lurus dan tumbuh tegak, tidak melengkung. Pada tanaman buah yang memiliki percabangan banyak, biasanya cabang tumbuh ke segala arah secara merata. Pada pucuk tanaman dan ujung ranting tampak kuncup daun yang menandakan adanya pertumbuhan.

## 2) Pengemasan dan pengangkutan bibit.

Untuk bibit yang dikirim dalam bentuk stump (cabutan), pengirimannya tidak ada masalah karena beberapa bibit bisa saja dibungkus dengan batang pisang atau bahan lain yang bersifat lembab, sehingga akarnya tidak kering, semisal bibit jeruk dan jati.

Pengemasan bibit yang peka, seperti bibit durian, dapat dilakukan dengan cara mengeluarkan setengah tanahnya, kemudian ditambahkan serbuk kelapa (cocopeat). Untuk menghilangkan stres, sebelum diangkut bibit diletakkan dahulu di bawah naungan dan disiram untuk adaptasi. Setelah satu minggu biasanya bibit sudah segar kembali dan dapat dipak dalam peti berventilasi untuk dikirim.

Dengan cara pengepakan seperti ini, maka bibit dalam polybag yang semula beratnya 4-7 kg/bibit menjadi 0,5-1 kg/bibit.

Mengeluarkan setengah tanahnya dan ditambah dengan gel (Agrosoft), kemudian polybag diikat. Keadaan ini membuat bibit mampu bertahan sampai 4-7 hari tanpa penyiraman. Pengepakan tanpa mengurangi media tanam, biasanya untuk angkutan darat.

Pengangkutan benih vegetatif harus direncanakan dengan baik. Pada umumnya apabila benih akan diangkut dengan pesawat, tidak terlalu khawatir terhadap kerusakan karena kekurangan air (kekeringan).

Yang harus diperhatikan adalah apabila benih vegetatif akan diangkut oleh angkutan darat atau laut yang membutuhkan waktu relatif lama (lebih dari 4-7 hari) maka harus dilakukan pengepakan benih dengan batuan bahan-bahan yang dapat mengurangi penguapan air dan respirasi. Salah satu tekniknya adalah dengan cara membungkus semua benih dengan daun/pelepah pisang dan polibag benih ditutup dengan serbuk gergaji basah (ringan tetapi benih tetap lembab) dan benih siap untuk dipacking dan dikirim.

Pada kondisi yang lebih modern, plastik pengepak benih diisi  $N_2$  atau divacuum sehingga tidak terjadi proses respirasi dan benih akan aman selama masa pengangkutan.

## 3.6. Sertifikasi Benih

Masalah yang perlu diperhatikan dalam usaha pembibitan adalah upaya registrasi dan sertifikasi varietas bibit yang akan disebarakan kepada masyarakat. Pohon induk untuk sumber mata tunas (entres) harus diregistrasi terlebih dahulu oleh petugas Balai

Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB). Dasar dari Sertifikasi benih adalah:

- Undang-undang Nomor 12 Tahun 1992, tentang Sistem Budidaya Tanaman.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 44 tahun 1995, Tentang Perbenihan Tanaman.
- Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999, tentang Pemerintah Daerah.

Tujuan registrasi pohon induk buah-buahan adalah untuk menjamin kebenaran bibit yang dihasilkan dari pohon induk yang bersangkutan secara hukum (yuridis), sehingga konsumen tidak dirugikan. Tujuan lainnya adalah untuk menjamin kebenaran suatu varietas. Sebagai contoh adalah tentang banyak beredarnya varietas sitokong yang berlainan. Jika diperhatikan, mungkin dapat dikumpulkan sekitar selusin varietas sitokong yang berbeda ciri tanamannya. Padahal varietas sitokong yang resmi dilepas Menteri Pertanian pada tahun 1984, hanya ada satu jenis. Sedangkan selebihnya adalah jenis-jenis durian yang tidak diketahui asal-usulnya yang diberi nama sitokong. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengawasan cara perbanyak bibit perlu diperketat agar tidak mengecewakan para pembeli bibit. Investasi pohon buah-buahan merupakan investasi jangka panjang, sehingga bila seseorang membeli bibit palsu, baru diketahui 4-5 tahun yaitu pada saat pohon tersebut menghasilkan buah. Kerugian uang, tenaga dan waktu akan menimbulkan kekecewaan yang mendalam, sehingga akhirnya menghambat usaha tanaman buah-buahan. Oleh karena itu dianjurkan membeli bibit yang telah diketahui ciri-ciri atau bibit yang berlabel.

#### a. Sertifikasi dan pelabelan benih

Cara melakukan sertifikasi adalah sebagai berikut:

- Penangkar harus memberi tahu rencana penangkarannya kepada BPSB selambat-lambatnya satu minggu sebelum dimulai pelaksanaan perbanyak bibit.
- Pengisian formulir tentang rencana dan jumlah bibit yang akan diproduksi, disesuaikan dengan kemampuan pohon induk dan tenaga yang tersedia. Bila penangkar akan mengambil entres dari pohon induk milik orang lain, maka pada pengajuannya dilengkapi dengan surat persetujuan dari pemilik pohon induk.
- Setelah permohonan diterima BPSB maka petugas BPSB akan melakukan pemeriksaan pendahuluan tentang: kepastian letak atau areal penangkar. Kebenaran varietas pohon induk. Perkiraan jumlah bibit yang akan diperbanyak.
- Setelah diperiksa baru dilakukan perbanyak bibit.

Pada waktu pelaksanaan perbanyak, petugas BPSB akan mengawasi tentang:

- Kebenaran pohon induk yang digunakan.
- Kebenaran entres yang digunakan.
- Mengetahui jumlah tanaman yang diperbanyak.
- Memeriksa cara perbanyakannya (okulasi, sambung, cangkok, penyusuan).
- Pada akhir pemeriksaan menjelang pelabelan, dilakukan pemeriksaan lagi tentang jumlah bibit yang tumbuh dengan baik dan layak untuk diberi label.
- Entah itu penangkar mengajukan permohonan seri label.
- Label diisi dan diajukan ke BPSB untuk diberi nomer seri dan dilegalisir. Di dalam label yang

warnanya merah dimuat data:  
(Gambar 10 dan Gambar 11)

- Nama dan alamat penangkar,
- Asal bibit.
- Jenis tanaman.
- Varietas batang bawah.
- Varietas batang atas.
- Tanggal pemasangan label.
- Gambar 10. Label merah yang dikeluarkan BPSB

Besarnya biaya sertifikasi telah ditentukan sesuai SK Direktur Jenderal Tanaman Pangan. Sebagai contoh, untuk perbanyak-an jenis tanaman buah-buahan di wilayah Jawa Barat dan Jakarta, terutama varietas buah-buahan yang sudah dilepas oleh Menteri Pertanian, biayanya adalah Rp 20 per bibit batang bawah yang diajukan dalam pemeriksaan lapang. Penerimaan hasil pemeriksaan bibit yang diperoleh BPSB ini merupakan pendapatan negara yang harus disetor langsung ke kas negara. Untuk pembuatan dan pencetakan label merah muda biayanya antara Rp 200 tergantung negosiasi dengan petugas BPSB tentang mutu kertas dan cetakan label tersebut, sedangkan untuk label putih biayanya Rp 600,- karena mutu kertasnya lebih baik. Khusus untuk bibit jeruk bebas CVPD, label hanya berlaku untuk jangka waktu tiga bulan, setelah itu bibit harus diperiksa ulang tentang kesehatannya. Bibit yang dinyatakan sehat baru bisa diberi label lagi dengan biaya Rp 20 per bibit. Selain label merah muda yang sudah sering kita lihat di lapang untuk bibit unggul yang sudah dilepas melalui SK Menteri Pertanian, sebenarnya ada label biru untuk varietas unggul lokal yang belum dilepas melalui SK Menteri dan yang terakhir adalah label putih yang dikhususkan untuk bibit unggul yang sudah dilepas melalui SK Menteri Pertanian dan bibit tersebut ditanam dengan tujuan dijadikan pohon induk sebagai sumber mata entres.

Khusus label putih pemeriksa-an lebih teliti menyangkut jenis varietas batang atas

harus berasal dari pohon induk yang sudah terdaftar dan varietas batang bawah dan dikeluarkan dengan sepengetahuan BBI (Balai Benih Induk). Sedangkan batang bawah untuk label merah vaietasnya bisa "sapuan" asalan.



Gambar 3.19. Contoh Label Merah yang dikeluarkan BPSB untuk benih durian.

Sebagai tindak lanjut dari pemberian label bagi bibit unggul perlu disertakan informasi atau data mengenai daerah penanaman yang cocok untuk bibit tertentu. Keterangan mengenai varietas tertentu cocok ditanam di dataran rendah atau dataran tinggi dan jenis tanah apa yang paling cocok, perlu diketahui oleh para petani dan konsumen yang ingin menanam bibit unggul tersebut. Pada dasarnya bibit unggul memerlukan lingkungan tumbuh yang spesifik, agar buah yang dihasilkannya benar-benar unggul. Misalnya durian petruk yang asli berasal dari Jepara, Jawa Tengah, kurang memuaskan jika ditanam di daerah Bogor, Jawa Barat. Hal ini disebabkan karena daerah Jepara, Jawa Tengah memiliki kondisi iklim yang berbeda dengan daerah Bogor, Jawa Barat. Jepara, Jawa Tengah mempunyai ketinggian sekitar 50 m di atas permukaan laut dengan iklim yang kering (curah hujan rendah). Sedangkan kondisi tanah dan iklim daerah Bogor adalah lembab dan banyak hujan, sehingga tidak menunjang sifat unggul durian petruk. Bibit yang seharusnya berbuah pada umur lima tahun, baru berbuah pada umur tujuh tahun setelah tanam. Informasi seperti ini harus diketahui para penanam bibit

unggul buah-buahan agar mereka tidak kecewa di kemudian hari.

Selama ini masih beredar kepercayaan bahwa bibit unggul itu akan selalu bersifat unggul walaupun ditanam di tempat yang sebenarnya tidak cocok. Bahkan ada anggapan bahwa bibit unggul tidak memerlukan pemupukan dan penyemprotan pestisida, sehingga cukup ditanam, ditinggalkan, kemudian akan berbuah sendiri dengan lebat. Harapan seperti ini tentunya hanya merupakan angan-angan dan pasti akan berakhir dengan kekecewaan. Bila terjadi hal demikian, maka yang dikambinghitamkan biasanya adalah si penjual, bahwa bibit yang dijual palsu. Padahal pengetahuan dasar si penanam inilah yang tidak memadai untuk menanam bibit-bibit jenis unggul tadi. Oleh karena itu perlu diingatkan kembali bahwa kemajuan berupa penemuan bibit unggul varietas baru, perlu diimbangi dengan kemajuan pengetahuan petani mengenai cara-cara bercocok tanam yang lebih baik. Peningkatan pengetahuan dapat diperoleh dengan membaca tulisan atau artikel pada majalah pertanian, mengikuti kursus dan seminar atau menjadi anggota dari suatu perkumpulan hortikultura. Dengan mengadakan pertemuan yang teratur dapat dibahas masalah baru yang ditemukan di lapangan dan dicarikan jalan keluarnya. Pengalaman-pengalaman berharga dari sesama rekan petani, dapat dijadikan modal yang sangat berharga untuk terus maju dalam mengembangkan usaha hortikultura yang semakin cerah. Untuk informasi lebih lengkap tentang tanaman buah varietas unggul yang telah dilepas dengan SK Menteri Pertanian dapat dilihat di Lampiran 1. Deskripsi tanaman buah varietas unggul yang telah dilepas dengan SK Menteri Pertanian.

#### **b. Surat Keterangan Pendaftaran Pedagang Benih (SKPPB)**

Dasar dari SKPPB adalah Undang-undang Nomor 12 Tahun 1992, tentang Sistem Budidaya Tanaman; Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 44 tahun 1995, Tentang Perbenihan Tanaman; dan Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999, tentang Pemerintah Daerah. Adapun manfaat dari SKPPB adalah:

- Pembibitan tersebut sudah terdaftar secara resmi di BPSB dan berhak menerima pembinaan tentang perbenihan dari instansi terkait.
- Meningkatkan kepercayaan konsumen bibit terhadap pembibitan tersebut.
- Sebagai prasyarat apabila pembibitan mengikuti tender atau menyuplai bibit untuk proyek pemerintah.
- Memudahkan waktu pengurusan labelisasi bibit, walaupun penangkar yang tak memiliki SKPPB pun juga bisa mengajukan labelisasi bibit.

Untuk memperoleh SKPPB Penangkar benih mendaftarkan di kantor BPSB Kabupaten atau Kota, kemudian petugas BPSB melakukan pemeriksaan lapangan pendahuluan tentang:

- Kepastian letak atau areal penangkaran.
- Jenis dan varietas tanaman yang dibibitkan.
- Kebenaran varietas ponon induk sebagai sumber entres.
- Perkiraan jumlah bibit yang akan diperbanyak.

Setelah pemeriksaan selesai dan terbukti kebenarannya, maka petugas melaksanakan pemberkasan untuk diajukan ke Dinas Pertanian Tanaman Pangan tingkat Propinsi UPTD Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, karena instansi ini yang berwenang mengeluarkan SKPPB. Kalau sudah lengkap berkasnya, SK akan turun sekitar 1 bulan kemudian. Biaya pengurusan

SKPPB adalah Rp 50.000,- di luar ongkos transportasi bagi petugas. SKPPB berisi data

- Nama perusahaan.
- Alamat perusahaan.
- Bentuk/status perusahaan.
- Nama pemimpin perusahaan.
- Alamat pemimpin perusahaan.

Dengan ketentuan bahwa setiap akhir tahun harus melapor kembali rencana pengadaan/ penyaluran benih, bersedia mentaati peraturan-peraturan yang berlaku. SKPPB ini berlaku selama 2 tahun dan sesudahnya harus memperpanjang atau membuat lagi SKPPB tersebut.

PEMERINTAH PROPINSI JAWA BARAT  
DINAS PERENCANAAN TANAMAN PANGKAN  
UPTD BALAI PENGAWASAN DAN SERTIFIKASI BENIH  
TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA  
Jalan Cigugur II Bojonegara Telpom: Faksimile: (021) 7450114  
BANDUNG 40134

**SURAT KETERANGAN PENDAFTARAN PEDAGANG BENIH**  
Nomor : 036/BPSBTPH/TA/P/2004

Berdasarkan:

1. Undang-undang Nomor 12 Tahun 1992, tentang Sistem Budidaya Tanaman.
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 1995, tentang Perbenihan Tanaman.
3. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999, tentang Pemerintahan Daerah.
4. Peraturan Daerah Propinsi Jawa Barat Nomor 5 Tahun 2002, tentang perubahan atas Peraturan Daerah Propinsi Jawa Barat Nomor 15 Tahun 2000, tentang Dinas Propinsi Jawa Barat.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ir. Mariani Pradjadinata  
Jabatan : Kepala BPSBTPH Propinsi Jawa Barat

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama Perusahaan	: PLASMA ABADI
Alamat Perusahaan	: Kp. Lengis Ds. Cidagel Cijeruk Kab. Bogor
Bentuk/Status Perusahaan	: Perorangan / Produsen
Nama Pemimpin Perusahaan	: Lestini Sumanono
Alamat Pemimpin Perusahaan	: Kp. Lengis Ds. Cidagel Cijeruk Kab. Bogor
Telah terdaftar sebagai	: Produsen Benih

Dengan ketentuan bahwa setiap akhir tahun harus melaporkan kembali rencana pengadaan/penyaluran benih, bersedia mentaati peraturan-peraturan yang berlaku. SKPPB ini berlaku sampai tanggal 31 Desember 2006.

Bandung, 21 Mei 2004  
Kepala Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih  
Tanaman Pangan dan Hortikultura,  
UPTD BALAI PENGAWASAN DAN SERTIFIKASI BENIH  
TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA  
BANDUNG  
Ir. Mariani Pradjadinata  
Nomor: 036/BPSBTPH/TA/P/2004

Gambar  
Contoh Surat Keterangan Pendaftaran Pedagang Benih (SKPPB)

### 3.7. Perlakuan, pengemasan, penyimpanan dan penyaluran benih.

Sebelum benih generatif dijual ke pasar bebas atau petani, pada umumnya benih-benih tersebut harus dapat disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama. Agar kualitas benih dapat terjaga dengan

baik selama di penyimpanan, maka benih harus dilindungi dari gangguan luar, baik berupa gangguan biologis maupun lingkungan. Untuk melindungi benih dari serangan penyakit dapat dilakukan dengan cara pemberian perlakuan fungsida Ridomil 5 gram/kg benih generatif. Prosedur perlakuan fungsida pada benih adalah sebagai berikut.

- Siapkan Ridomil sebanyak 5 ‰ dari berat benih yang akan disimpan.
- Tambahkan air sedikit demi sedikit ke dalam tepung Ridomil kemudian campur sampai dengan rata sehingga membentuk pasta Ridomil.
- Campurkan benih dengan pasta dan aduk dengan hati-hati sehingga campuran merata.
- Benih genitif yang telah diberi perlakuan Ridomil dikeringanginkan kembali sehingga kadar air benih sebelum diperlakukan dengan setelah perlakuan relatif sama.
- Benih yang telah diberi perlakuan dikemas dan dipasang label sertifikasi benih.

Benih generatif yang akan disimpan harus diperhatikan kadar airnya. Upayakan agar kadar air berada [ada kisaran 8-12% tergantung jenis komoditinya. Benih-benih yang telah disertifikasi, diperlakukan dan dikemas dapat disimpan selama 6-9 bulan. Penyimpanan benih sebaiknya di ruang yang mempunyai kelembaban udara yang rendah seperti di dalam gudang dengan fasilitas AC (Air conditioner) dan upayakan pada suhu yang rendah. Jika kedua persyaratan tadi tidak terpenuhi, sebaiknya benih vegetatif disimpan di dalam gudang dengan ventilasi yang cukup sehingga pertukaran udara dapat berjalan dengan baik.

Benih-benih yang disimpan dalam gudang akan didistribusikan apabila terdapat order pembelian. Sebaiknya penyaluran benih dilakukan sesegera

mungkin dengan menggunakan metode *just in time*. Benih yang disimpan hanya benih yang diorder konsumen dan akan segera dikirimkan atau didistribusikan. Apabila metode distribusi seperti yang tersebut di atas tidak memungkinkan, maka sebaiknya menggunakan metode *first come first out*,

benih yang lebih dahulu masuk ke dalam gudang maka harus disalurkan paling duluan.

    Pendistribusian benih sebaiknya mengikuti kaidah dalam sertifikasi benih yaitu hanya dapat disimpan selama 6-8 bulan setelah selesainya masa pengujian benih.

## Ringkasan

Setelah mempelajari BAB 3. siswa telah mampu menguasai kompetensi-kompetensi berikut:

1. Dasar-dasar pembenihan tanaman dan produksi benih tanaman.
2. Kesehatan dan keselamatan kerja.
3. Pengelolaan alat dan mesin pembenihan tanaman.
4. Menerapkan persyaratan kerja
5. Menyiapkan lahan dan media untuk produksi benih vegetatif.
6. Memelihara pohon induk.
7. Membiakkan tanaman dengan stek.
8. Membiakkan tanaman dengan sambung.
9. Membiakkan tanaman dengan susuan
10. Membiakkan tanaman dengan okulasi
11. Merawat benih tanaman
12. Medistribusikan benih tanaman.

Dasar-dasar pembenihan tanaman	Kesehatan dan keselamatan kerja	Pengelolaan alat dan mesin pembenihan
Investasi modal usaha, lahan, bahan baku, SDM, alat dan mesin, pemahaman K-3, teknik budidaya, panen dan penanganan benih, sertifikasi, pengangkutan, distribusi, pemasaran dan layanan purna jual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norma kesehatan</li> <li>• Norma keselamatan</li> <li>• Kerja nyata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemeliharaan berencana</li> <li>• Pemeliharaan perbaikan</li> <li>• Pemeliharaan terbatas.</li> </ul>
Pohon induk	Batang bawah dan batang atas	Teknik penyiapan benih
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pohon induk dan kebun produksi: pohon induk bergabung dengan kebun produksi. Jarak tanam pohon induk relative lebih jarang dibandingkan dengan jarak tanam normal.</li> </ul> <p>Pohon induk: pohon induk yang spesifik dan terpisah dari kebun produksi pada umumnya mempunyai jarak tanam yang lebih sempit. Pohon induk pada</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemilihan batang bawah.</li> <li>• Pengemasan batang atas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembibitan</li> <li>• Teknik pembenihan</li> </ul>

kebun induk spesifik akan lebih terpelihara kemurnisannya.		
Teknik produksi benih vegetatif		Pemilihan teknik pembenihan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknik pembenihan dengan stek</li> <li>• Teknik pembenihan dengan cangkok</li> <li>• Teknik pembenihan dengan sambung</li> <li>• Teknik pembenihan dengan sambung</li> <li>• Teknik pembenihan dengan okulasi</li> <li>• Teknik pembenihan dengan susuan</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tip membeli tanaman</li> <li>• Factor teknis yang harus dipertimbangkan.</li> <li>• Pengepakan bibit.</li> </ul>
Sertifikasi benih	Perlakuan pengemasan	Pengepakan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sertifikasi dan pelabelan benih.</li> <li>• Surat keterangan pendaftaran pedagang benih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benih harus dilindungi dari gangguan biologis dan lingkungan.</li> <li>• Perlakuan pengemasan benih dapat dilakukan dengan pemberin perlindungan fisik dan kimia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bibit dikirim dalam bentuk cabutan.</li> <li>• Bibit dikirim dengan akar yang terbungkus setengah media tanam.</li> <li>• Bibit dikirim dengan akar yang terbungkus dengan setengah media tanam ditambah dengan gel.</li> </ul>

SOAL:

1. Terangkan minimal 3 proses produksi benih secara vegetatif.
2. Bagaimana metode untuk mendaftarkan benih varietas baru.
3. Mengapa sebagai tanah pada perakaran bibit tanaman harus tetap dipertahankan pada saat pengepakan dan pengiriman.

TUGAS:

1. Lakukan identifikasi benih di pasar pertanian, berapa persen benih yang telah bersertifikat.
2. Lakukan kegiatan bermain peran dengan tema trik memilih benih vegetatif yang siap tanam.



## BAB 4. TEKNIK PRODUKSI BENIH GENERATIF TANAMAN

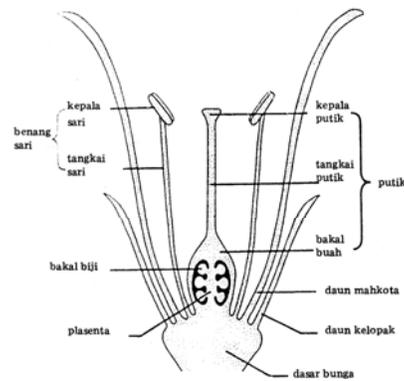
### 4.1 Proses Pembentukan Biji Pada Tanaman

Ciri terpenting dalam reproduksi seksual adalah pembuahan, yaitu penyatuan sel betina dan sel jantan (gamet). Hasil penyatuan tersebut dinamakan zigot. Zigot tersebut berisi kedua kromosom dari individu jantan dan individu betina dan merupakan sel pertama dari individu baru. Zigot akan tumbuh menjadi embrio (janin) di dalam biji. Bila biji berkecambah akan menjadi tumbuhan dewasa. Karena embrio tersebut memiliki sifat-sifat kedua induknya, maka kemampuan mewariskan sifat-sifat tersebut melalui biji dari generasi ke generasi.

Bunga merupakan fase penting dalam proses pembentukan biji. Pada dasarnya bunga terdiri dari beberapa organ, namun hanya dua organ saja yang terlibat dalam pembentukan biji, yaitu benang sari (stamen) dan putik (pistil). Benang sari menghasilkan serbuk sari yang masing-masing membentuk gamet jantan. Sedangkan putik akan membentuk bakal biji (ovulum) yang mengandung telur. Pada waktu proses penyerbukan, yaitu jatuhnya serbuk sari pada kepala putik, terbentuklah tabung serbuk sari, kemudian berlangsung pembuahan antara sperma dengan telur. Proses akhir dari pembuahan ini adalah terbentuknya biji. Struktur bunga sangat beragam, walaupun demikian terdapat pola umum dari berbagai macam tumbuhan. Semua bunga

mempunyai kerangka struktur yang sama. Bunga terbentuk pada tangkai khusus yaitu tangkai bunga atau pedicellus. Pada apeks yang membesar tersusun bagian-bagian bunga. Salah satu bagian bunga adalah kelopak bunga (calyx) dimana biasanya bagian ini menumpang pada daun kelopak berwarna hijau (sepalum).

Sebelum mekar, kelopak daun ini membungkus bagian bunga yang lain. Sedangkan bagian yang paling menonjol adalah daun mahkota bunga (petalum) yang secara kolektif disebut mahkota (corolla). Calyx dan corolla bersama-sama membentuk hiasan bunga atau perianth. Petal dapat berwarna putih, merah, jingga, kuning, biru dan sebagainya.



Gambar 4.1 .  
Struktur bunga yang lengkap

Jika diperhatikan gambar morfologi sebuah bunga, maka bagian pusat bunga terletak pada putik (pistillum), yang biasanya berbentuk botol dengan dasar membesar

yang dinamakan dengan bakal buah (ovarium). Bagian ini dihubungkan ke kepala putik oleh tangkai putik (stylus). Di dalam bakal buah terdapat bakal biji. Putik sendiri dibentuk oleh satuan daun buah (carpellum) yang secara kolektif dinamakan gynaecium).

Di atas petal terdapat benang sari yang terdiri dari tangkai sari (filamentum) yang bentuknya ramping dengan kepala sari (enthra) yang berisi serbuk sari (pollen). Seluruh kumpulan benang sari dinamakan androecium.

Ada dua macam putik, yaitu putik sederhana dan putik majemuk. Putik majemuk terdiri dari dua daun buah atau lebih, sedangkan putik sederhana hanya tersusun dari satu karpel saja. Bakal biji terbentuk pada permukaan sebelah dalam dekat dengan tepi daun buah. Tempat melekat bakal biji atau biji dinamakan temben atau plasenta. Pada tanaman ercis dan kacang-kacangan terdapat sebaris bakal biji yang melekat pada tepi karpel yang melebur. Sedangkan pada bunga cempaka (*Magnolia*) terdapat beberapa putik sederhana. Biasanya bila terdapat beberapa putik, maka akan melebur membentuk pistil majemuk dan hanya satu putik saja yang terbentuk dalam bunga.

Peleburan daun buah dapat terjadi dengan dua cara. Pertama, peleburan karpel dekat tepi atau sepanjang tepi hingga membentuk satu kantung besar yang di dalamnya berkembang bakal biji. Kedua, karpel melebar ke tengah dan peleburan terjadi sepanjang tepinya, sehingga bakal biji terkumpul di pusat. Hal ini merupakan ciri khas pada berbagai

kelompok tumbuhan dan digunakan sebagai faktor dalam kunci identifikasi dan klasifikasi.

Walaupun umumnya bunga memiliki struktur yang sama, keragaman bunga ditunjukkan dengan adanya modifikasi bagian-bagian bunga. Beberapa modifikasi ini memungkinkan adanya keragaman dalam penyerbukan. Selain itu modifikasi juga merupakan indikasi proses evolusi, sehingga digunakan sebagai alat untuk mengetahui kekerabatan berbagai tumbuhan. Bagian-bagian bunga umumnya disusun dalam lingkaran. Jumlah lingkaran biasanya empat atau lima. Lingkaran luar menunjukkan sepalum, dan seterusnya petalum, satu atau dua lingkaran stamen, satu lingkaran karpel yang bersatu menjadi pistil majemuk. Jumlah bagian pada setiap lingkaran bervariasi sesuai species, tetapi biasanya tetap.

Pada kelas Angiospermae, pengelompokan monokotil dan dikotil dibedakan dari jumlah bagian bunga pada setiap lingkaran. Pada kelompok dikotil, jumlah bagian tersebut empat atau lima atau kelipatannya, misalnya lima sepalum, lima petalum, 10 stamen, dan lima karpel. Pada tanaman tulip terdapat enam bagian perianth, enam stamen, dan tiga karpel. Pada beberapa tumbuhan stamen dan karpel yang jumlahnya banyak melekat pada receptacle secara terpilin dan bukan lingkaran. Kombinasi antar susunan dalam spiral dan besarnya jumlah stamen dan karpel dianggap sebagai suatu petunjuk tingkatan yang lebih primitif dalam perkembangan evolusioner dibandingkan dengan

susunan dalam lingkaran dengan bagian-bagiannya dalam jumlah kecil.

Peleburan bagian-bagian bunga dapat terjadi dengan berbagai cara, yaitu petal membentuk tabung, karpel menjadi pistil majemuk, dan dinding bakal buah melebur. Adanya peleburan bagian-bagian bunga menunjukkan adanya perkembangan evolusioner. Pengelompokan bunga dapat berdasarkan kelengkapan bagian-bagian bunga, yaitu bunga sempurna dan bunga tidak sempurna. Bunga sempurna mempunyai empat organ bunga yang dapat dibedakan, yaitu sepal, petal, stamen dan pistil. Bunga tidak sempurna bilamana salah satu organnya tidak ada, walaupun ada bentuknya rudimenter dan hanya dapat dikenali dengan pemeriksaan cermat. Pada banyak tanaman, misalnya petal telah hilang, dan sepalnya hanya berbentuk sisik, gigi, atau takik. Tumbuhan yang bagian perianthnya menjadi amat kecil atau tidak menyolok. Contohnya Gramineae, beberapa *Acer*, *Quercus*, dan *Ulmus*.

Reduksi dalam jumlah dapat pula didapati pada stamen dan pistil. Bunga yang mempunyai keduanya dan berfungsi disebut biseksual. Jika salah satu tidak ada atau tidak berfungsi, maka bunga tersebut dinamakan bunga uniseksual. Jika hanya ada stamen, maka dinamakan staminat atau bunga jantan; sebaliknya disebut pistilat atau bunga betina jika hanya memiliki pistil tanpa stamen. Kedua macam bunga uniseksual dapat dijumpai pada tanaman yang sama, seperti jagung, kebanyakan begonia, waluh jepang, mentimun dan lain-lain.

## 4.2 Buah, Biji dan Perkembangan Biji

Setelah pembuahan, maka bakal buah bersama bijinya berkembang menjadi buah. Dinding bakal buah matang yang disebut perikarp menutupi biji tumbuhan bunga, oleh karena itu istilah "angiospermae" digunakan untuk menamai tanaman yang memiliki biji tertutup. Beberapa jenis buah menjadi kerip apabila sudah matang; jenis lainnya berdaging. Buah kering tersebut kemudian merekah, dan ada yang tidak merekah pada waktu matang. Macam buah yang tidak merekah umumnya berbiji tunggal dan berukuran kecil, sebagai contohnya adalah bunga matahari dan jagung dimana buannya sering dinamakan biji.

Proses pembuahan akan mempengaruhi biji secara langsung. Selain itu proses tersebut juga akan mempengaruhi perkembangan seluruh jaringan buah secara tidak langsung. Jika stigma tidak dibuahi dan pembuahan tidak terjadi, setidaknya pada beberapa bakal biji, maka bunga biasanya menjadi layu dan gugur tanpa perkembangan lebih lanjut. Reaksi-reaksi ini tampaknya berhubungan dengan hormon tumbuh atau auksin yang merupakan senyawa yang terkandung dalam buah. Auksin biasanya dihasilkan oleh jaringan buah yang sedang tumbuh dan rupanya bertanggung-jawab baik terhadap pertumbuhan selanjutnya maupun terhadap kemampuan untuk bersaing dengan bagian-bagian lainnya dalam tubuh

tumbuhan dalam memperoleh makanan. Pertumbuhan berhenti pada bunga matang dan untuk memulai perkembangan baru diperlukan beberapa perangsang. Rang-sangan ini menjadi tersedia dengan adanya penyerbukan dan pembuahan. Butir-butir serbuk sari mengandung auksin, pertumbuhan tabung sari melalui tangkai kepala putik mungkin menghasilkan lebih banyak auksin dan buah itu merangsang sel untuk membelah diri dan menghasilkan auksin pada biji muda. Auksin yang dihasilkan tersebut pada gilirannya akan merangsang pembelahan sel secara terus menerus. Konsentrasi auksin bertambah beberapa kali setelah terjadi penyerbukan dan pembuahan, sehingga buah tumbuh dengan aktif dan meningkat hingga maksimal.

Bunga dan buah yang amat muda pada tanaman apel, jagung dan beberapa jenis tanaman lain kurang bersaing untuk memperoleh makanan, dan akan melanjutkan pertumbuhan jika bahan-bahan makanan tersedia bebas dan mudah diperoleh. Sebaliknya buah pada tanaman yang sama akan bersaing dengan ketat dalam pengadaan makanan dari jarak beberapa puluh sentimeter. Maka dianggap bahwa kemampuan bersaing ini didasarkan atas pembentukan auksin oleh biji-biji yang sedang berkembang dan bagian-bagian lain pada buah.

Bunga kadang-kadang mempunyai satu tangkai sumbu seperti pada tulip. Pada bunga kelompok ini pembungaan disebut dengan infloresensi. Macam-macam infloresensi pada suatu species,

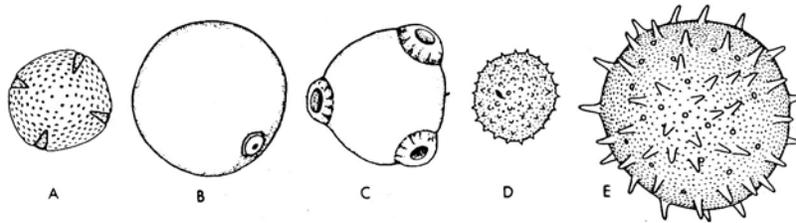
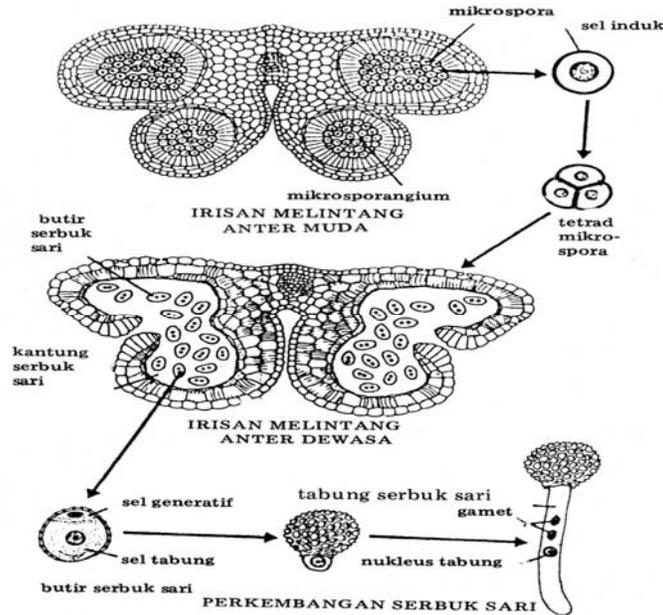
gunus atau famili berjalan secara konstan sehingga dapat dijadikan cara untuk mengidentifikasi tumbuh-tumbuhan. Contoh pembungaan infloresensi terjadi pada brokoli, nenas, murbei nangka dan lain-lain.

Suatu proses pembungaan merupakan hasil evolusi. Beberapa teori telah dikemukakan untuk menerangkan asal usul bunga dari evolusinya. Menurut suatu teori, bunga adalah sumbu yang termodifikais dan menyangga bagian-bagian hiasan bunga, stamen dan karpel. Ruas-ruasnya tertekan pada sepal terbawah sehingga buku-buku sangat berdekatan. Apabila bung mempunyai sepal dan petal menyerupai daun, maka kemungkinan besar bunga tersebut akan steril. Pada angiospermae petal kemungkinan berasal dari perubahan stamen yang menjadi petal karena hilanya jaringan reproduktif dan membentuk seperti sepal. Stamen dan karpel kadang-kadang mirip dengan daun. Pada kondisi ini keduanya dianggap homolog dengan daun dan merupakan transformasi daun selama evolusi. Dengan demikian karpel dan pistil sederhana ditafsirkan sebagai organ ber-bentuk daun yang berubah dan terdapat sepanjang tulang daun tengah.

Bagian ujung karpel berubah menjadi stigma dan siap menerima serbuk sari. Beberapa bunga mempunyai ciri khusus karena adanya modifikasi organ-organ bunga. Biji merupakan struktur myang kompleks yang terdiri dari embrio atau lembaga, kulit biji dan persediaan makan cadangan. Dalam biji tumbuhan

makanan disimpan dalam lembaga atau pada jaringan di sekelilingnya. Bagian bunga yang esensial adalah pistil dan stamen yang secara

langsung terlibat dalam proses pembentukan biji



Gambar 4.3 .  
Beberapa jenis serbuk sari

Bila suatu kepala sari yang muda diperhatikan dengan cermat maka akan tampak empat cuping yang terdiri dari mikrosporangium. Cuping merupakan ruang tanpa dinding yang dibatasi oleh jaringan steril kepala sari. Dua mikrosporangium terletak pada dua sisi jaringan penopang yang dilalui satu berkas pembuluh. Irisan melintang melalui anther kuncup bunga yang muda memperlihatkan adanya sekumpulan sel besar dalam setiap mikrosporangium atau sel induk mikrospora. Sel induk mikrospora mengandung banyak sitoplasma dan nukleus besar. Sel tersebut meluas dalam masa perpanjangan kepala sari. Ketika pertama kali dibentuk sel induk

mikrospora sangat padat tetapi kemudian harus memisahkan diri menjadi berbentuk bola

Semasa pertumbuhan anther nukleus setiap induk mikrospora membelah diri kemudian nukleus anak akan membelah lagi. Peristiwa ini merupakan proses meiosis. Setelah dinding sel terbentuk maka terjadi empat sel yang disebut dengan mikrospora. Kumpulan mikrospora disebut tetrad. Mikrospora akan berkembang menjadi butir serbuk sari.

Perubahan mikrospora menjadi butir serbuk sari disebabkan oleh pembelahan inti mikrospora. Anak inti berpisah dan bersama dengan sitoplasma membentuk dua sel yang berdekatan, atau terkadang dipisahkan oleh membran yang tipis. Salah satu sel ini adalah sel tabung yang merupakan sel. Sedangkan sel lainnya yang berukuran lebih besar disebut sel generatif. Pada beberapa species sel generatif terbelah membentuk sel gamet jantan sebelum serbuk sari ditumpahkan. Dengan demikian ada dua macam serbuk sari dalam tumbuhan berbunga. Serbuk sari pertama hanya berisi tabung dan nukleus generatif yang bersamaan dengan kesiapan serbuk sari yang ditumpahkan. Serbuk sari yang kedua berisi nukleus tabung dan dua nukleus jantan. Dinding mikrospora menjadi dinding serbuk sari dan berubah menjadi tebal dengan permukaan luar ditutupi duri atau ciri khas lainnya.

Peristiwa yang terjadi di dalam bakal biji bersamaan dengan pembentukan sperma. Langkah-langkah ini mengarah kepada pembentukan gamet betina atau sel telur. Bakal biji adalah bentuk permulaan dari biji di daerah plasenta pada dinding bakal buah. Perkembang-biakan ini terdiri dari suatu lapisan yang tebalnya sampai beberapa sel dan dinamakan nucelus. Penebalan khusus ini menutupi satu sel induk megaspora. Pada tumbuhan berbiji yang tumbuhan tingkat rendah yang mempunyai dua jenis spora akan menyimpan sel induk megaspora di dalam megasporangium. Proses ini hanya terdapat pada tumbuhan angiospermae. Pada tumbuhan biji tertutup pada umumnya nucelus dianggap sebagai dinding megasporangium.

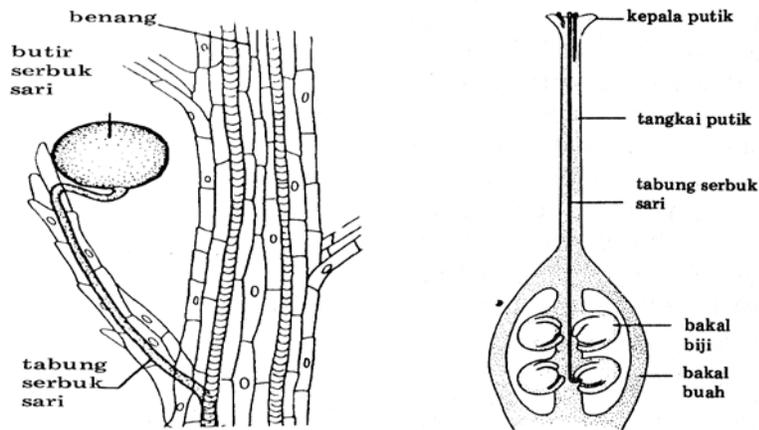
Sebagai akibat pertumbuhan nucelus dan basal akan segera diangkap pada integumen, kemudian akan tumbuh dan mengelilingi mikrofil. Bakal biji dapat lurus tetapi pada kebanyakan tumbuhan bunga bakal biji itu menjadi terbalik dengan lubang mikrofilnya mengarah ke bagian plasenta dan tangkainya melebur ke integumen. Sel induk megaspora akan membelah dua dan membentuk empat megaspora. Hanya satu diantara empat megaspora dan biasanya megaspora yang paling jauh dari mikrofil akan paling dekat dengan suplai makanan.

Kantung embrio adalah satu megaspora yang besar dan hidup secara terus menerus. Selama perkembangan kantung embrio, inti megaspora terbagi menjadi tiga proses mitosis sehingga menjadi delapan inti yang secara genetis identik. Makanan dan minuman diserap melalui tangkai bakal biji dan kantungnya membesar bersamaan dengan nucelus dan integumen. Empat diantara kedelapan inti tersebut berada di ujung mikrofil kantung embrio. Sedangkan empat lainnya di ujung yang berlawanan. Satu nukleus, inti kutub akan berpindah dari kelompok megaspora ke arah tengah kemudian dikelilingi membran tipis, sehingga selama proses ini akan menyebabkan inti tertinggal. Ketiga sel di ujung mikrofil adalah sel telur. Sedangkan dua sel yang berdekatan akan mengelilingi sel telur dan disebut sebagai sinergit.

**a. Pembuahan**

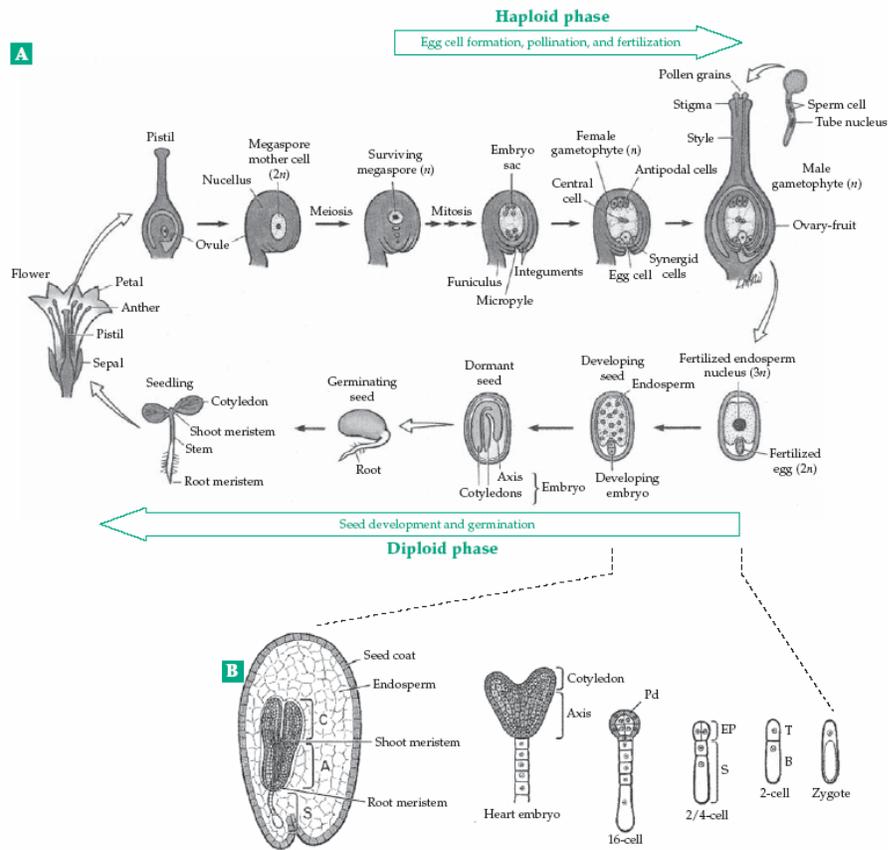
Pembuahan adalah bagian dari proses reproduksi secara seksual karena adanya perpaduan antara sperma dan sel telur. Butir serbuk sari berkecambah pada kepala putik atau stigma dan tabung serbuk sari tumbuh ke bawah melalui tangkai putik (stylus) ke bakal biji.

Jika sel generatif belum terbagi untuk membentuk dua gamet jantan maka sel itu akan membelah diri sesudah berpindah ke dalam tabung serbuk sari. Gamet-gamet yang terdiri dari satu inti besar yang dikelilingi oleh selaput sitoplasma bergerak ke arah tabung serbuk sari. Ujung tabung itu melewati nucelus dan masuk ke dalam kantung embrio kemudian ujung tabung membelah (pecah) mengeluarkan sperma. Nukleus tabung akan bergerak lebih dahulu dibandingkan dengan sperma kemudian nukleus mengarahkan tabung serbuk sari selama perkembangannya dan secara terus menerus mengikuti gamet. Inti tabung akan menurunkan suhu pada saat sebelum perkecambahan butir serbuk sari maupun pada pertumbuhan awal tabung serbuk sari, oleh sebab itu diduga bahwa inti tabung serbuk sari adalah struktur sisa yang tidak berperan dalam pertumbuhan tabung serbuk sari.



Gambar 4.4.

- (a). Struktur anatomi organ pembuahan tumbuhan. Struktur anatomi benang sari .
- (b). Struktur anatomi bakal buah.



Gambar 4.5.

Proses perkembangan organ reproduktif dan fertilisasi.

- A. Fase haploid: Pembentukan sel telur, penyerbukan dan pembuahan.
- B. Fase diploid: Perkecambahan dan perkembangan benih.

Gamet-gamet jantan pada sebagian besar organisme berkemampuan untuk bergerak aktif dengan pertolongan struktur khusus yang berbentuk seperti cemeti. Pada gamet jantan angio-spermae, tidak terdapat struktur khusus sehingga tidak dapat bergerak dengan bebas. Mekanisme gerakan adalah ke bagian bawah dari tabung serbuk sari, tetapi hal ini masih diragukan. Di dalam kantung embrio satu dari kedua

nukleus sperma berpadu dengan  $n$  nukleus sel telur sehingga terjadi pembuahan dan membentuk sel pertama tanaman baru. Pada waktu yang sama perpaduan yang sama terjadi, meliputi kedua nukleus kutub dan nukleus sperma kedua. Kedua nukleus kutub dapat bergabung terlebih dahulu dan kemudian berkumpul dengan nukleus sperma yang kedua, atau ketiga nukleus itu dapat berhimpun secara simultan.

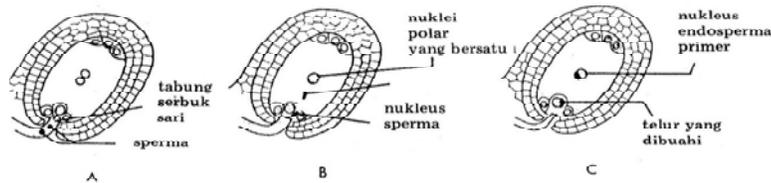
Nukleus yang berasal dari peleburan ketiganya dinamakan nukleus endosperma primer atau nukleus peleburan ganda tiga.

Peleburan nukleus telur dengan sperma bersama-sama dengan perpaduan antara nukleus sperma kedua dengan nukleus kutub disebut pemuahan ganda. Pemuahan ganda hampir umum ditemukan oleh ahli botani. Pemuahan ganda harus terjadi di dalam setiap bakal biji dan diikuti oleh pembentukan biji. Setidaknya-butir serbuk sari harus berkecambah pada stigma setiap

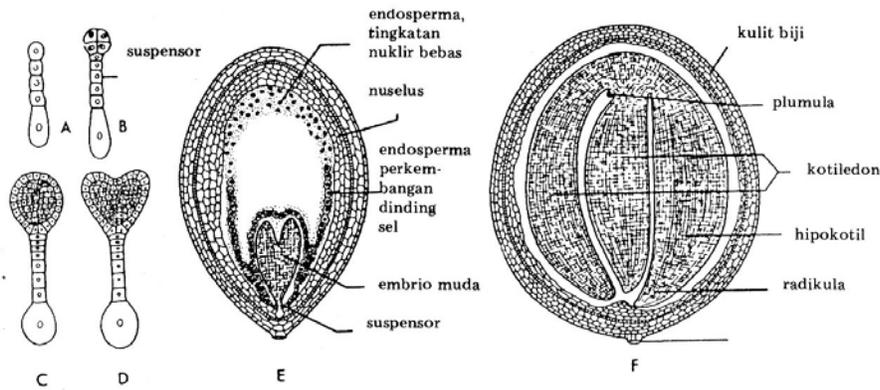
bakal biji dan akan berkembang menjadi biji. Sebagai contoh pada buah semangka yang mempunyai banyak biji berarti ratusan butir serbuk sari sangat diperlukan untuk menyerbuk satu bunga.

**b. Waktu antar perkecambahan**

Waktu antara perkecambahan serbuk sari dan pemuahannya berjalan dengan singkat. Atau kadang-kadang berjalan berhari-hari sampai dengan berbulan-bulan



Gambar 4.6. Proses pemuahan di dalam kantung embrio.



Gambar 4.7. Perkembangan embrio

Pada tanaman jelasi perkecambahan serbuk sari kurang dari satu jam, pada tanaman jagung, perkecambahan serbuk sari sekitar 24 jam. Pada tanaman tomat dekatar 50 jam dan pada tanaman kubis lebih kurang lima hari.

Pada tanaman tertentu tabung serbuk sari berkecambah setelah tujuh bulan. Pada waktu pemuahan atau pada saat sesudahnya nukleus menjadi tidak teratur tetapi setelah pemuahan selesai sel sinergit dan antipodal akan luluh. Sel telur yang dibuahi tumbuh menjadi embrio. Tingkatan dalam perkembangan embrio merupakan ciri khas bagi banyak petumbuhan tanaman dikotil. Zigot akan membelah diri beberapa kali dan menghasilkan sekumpulan sel, pro embrio yang menunjang jalan masuk ke dalam kantung embrio. Sel teratas dari semuanya dan paling jauh dari mikrofil akan membelah diri karena adanya pembentukann dinding melintang dan membujur untuk membentuk sekelompok delapan sel menjadui dua baris yang terdiri dari empat sel. Kelompok sel ini menyusun sebahagian besar embrionya. Sel-sel yang tersisa di bawahnya akan membentuk suspensor.

Perkembangan suspensor akan mendorong embrio yang tumbuh ke bagian dalam endosperma yang berfungsi sebagai penyedia makanan yang berlimpah.

Embrio yang sudah matang terdiri dari suatu poros yang menyangga dua kotiledon dan atau daun biji. Pada ujung poros di atas buku kotiledon terdapat plumula. Plumula yang merupakan aspek pucuk embrionik pada beberapa tanaman sepertikubis

planula hanya terdiri dari sekelompok kecil jaringan meristematik. Sedangkan pada tanaman lain seperti buncis mempunyai pucuk lembaga atau plumula yang tersusun dari suatu meristem apikal mbersama-sama dengan beberapa daun embrionik.

Pada perkecambahan, plumula membentuk bagian pucuk di atas kotiledon. Ujung meruncing dari embrio dibagian pangkal dinamakan sebagai akar lembaga (radicula), kemudian terus berkembang menjadi akar primer apabila biji tersebut berkecambah. Daerah antara radicle dan kotiledon adalah batang embrionik atau hipokotil.

Umumnya perkembangan embrio tumbuhan yang monokotil banyak persamaannya dengan pola perkembangan tanaman seperti kubis. Meskipun demikian pada monokotiledon yang sudah maju (contohnya rumput-rumputan) mempunyai kotiledon yang telah mengalami perubahan evolusioner. Kotiledon terdiri dari dua bagian pokok. Pertama perisai atau skutelum, sebagai organ penyerap makanan dan kedua adalah koleoptil serta tudung pelindung di bagian atas plumula.

Setelah pemuahan nukleus endosperma primer segera mulai membelah diri dan menghasilkan jaringan multiseluler atau endosperma. Sel telur yang dibuahi berkembang menjadi embrio tetapi pertumbuhannya berlangsung lambat dibandingkan dengan pertumbuhan endosperma karena setelah pemuahan zigot memasuki masa istirahat. Endosperma berkembang berkat suplai makanan oleh tumbuhan

induk. Kemudian memberi makanan kepada embrio. Dalam berbagai species pada tingkat dini, pembentukan endosperma akan membebaskan banyak nukleus.

Dinding inti akan berkembang mengelilingi inti. Pada species yang lain pembelahan nuklir segera harus diikuti oleh pembentukan dinding sel. Endosperma berkembang lebih cepat dibandingkan dengan embrio dan biji muda. Pada beberapa biji, embrio tetap berukuran kecil dan dikelilingi oleh endosperma. Endosperma tetap hidup membesar dan menjadi jaringan istimewa biji, kaya akan makanan yang tertimbun dalam bentuk minyak atau pati atau protein. Makanan yang tersimpan di dalam endosperma digunakan oleh embrio pada waktu biji berkecambah. Biji dengan embrio yang terbenam di dalam endosperma merupakan salah satu contoh dari biji jarak, jagung, padi-padian dan kelapa.

Pada biji yang lain sebagian besar embrio melanjutkan perkembangannya sampai dengan semua endosperma diserap. Beberapa saat kemudian embrio akan menjadi kian besar dan sel-selnya terisi dengan bahan makanan cadangan. Sebahagian besar dari makanan yang tertimbun di dalam daun lembaga (kotiledon) yang menjadi sangat besar. Contoh biji yang kekurangan endosperma adalah lobak, kubis, bunga matahari, labu siam dan polong-polongan seperti kacang merah.

Biji dikelilingi oleh kulit biji yang telah berkembang dari integumen bakal biji. Kulit biji biasanya tipis seperti pada kacang merah dan kacang tanah yang berwarna coklat

dan tipis seperti kertas mengelilingi embrio. Kulit tersebut dapat menebal dan ekstras seperti batu. Hal ini terjadi pada kenari dan kemiri. Epidermis kulit biji pada tanaman tertentu menghasilkan serat kapas seperti yang terjadi pada tanaman kapas.

Pada beberapa biji mikrofil tetap nampak sebagai lubang kecil yang dihubungkan dengan parutan yang disebut hilum yang menandakan letak tangkai yang melekatkan biji dengan plasenta. Sewaktu biji itu matang dan secara bertahap embrio memasuki masa dorman sampai biji perkecambah.



Gambar 4.8.  
Proses perkecambahan benih dari biji dikotil.

Biji angiospermae merupakan suatu struktur yang kompleks dan jaringannya bermacam-macam. Biji angiosperma tersusun dari kulit biji, endosperma dan embrio. Hal ini terjadi pada tanaman jagung, gandum, padi atau dari kulit biji dengan embrio saja.



Gambar 4.8b.  
Perkecambahan pada tanaman monokotil (barley)

### c. Pergiliran Generasi

Pergiliran generasi merupakan kejadian dalam dua fase, atau generasi, dalam daur hidup organisme yang berkembang biak secara seksual. Salah satu dari generasi ini menghasilkan spora dan disebut dengan sporofit. Yang lain menghasilkan gamet dan disebut generasi gametofit. Kata generasi dipakai dalam hal ini untuk membedakan dari yang biasa dipakai, yang mengacu kepada selang waktu di antara kelahiran tetuanya dan kelahiran keturunannya. Pergiliran generasi ini bersesuaian dengan pergantian jumlah kromosom dalam kedua fase daur hidup tumbuhan.

Bila dua gamet berpadu membentuk zigot maka setiap gamet akan memberikan sum-bangan

seperangkat kromosom kepada sel telur yang dibuahi. Jadi dalam setiap gamet akan terdapat dua kali jumlah kromosom. Inti sel telur yang dibuahi mengalami proses mitosis sehingga setiap anak sel berisi setengah jumlah kromosom yang berasal dari sperma dan setengah jumlah kromosom yang berasal dari sel telur. Semua sel dari tumbuhan berasal dari pembelahan ulang sel telur yang dibuahi yang mengandung jumlah kromosom ganda ( $2n$ ). Satu gamet dinyatakan sebagai  $n$ . Maka penggandaan jumlah kromosom dari sel telur yang dibuahi selalu disertai dengan reduksi dari jumlah kromosom pada tahap siklus hidupnya. Gamet mengandung jumlah kromosom yang sama dengan sel tubuh, yaitu  $2n$ . Oleh sebab itu sel telur yang dibuahi dan sel-sel pada tumbuhan akan mengandung  $4n$  kromosom. Generasi berikutnya akan terdiri dari  $8n$  kromosom.

Pada tumbuhan berbunga terjadi pengurangan jumlah kromosom. Proses ini disebut meiosis, yaitu pembelahan secara kolektif. Sebagai akibat dari meiosis adalah terbentuknya tetrad spora dengan setengah dari jumlah kromosom. Sel induk spora memiliki kromosom  $2n$ ; mikrospora dan megaspora memiliki kromosom sebanyak  $n$ . Semua struktur yang terjadi secara langsung pada mikrospora dan megaspora juga memiliki jumlah kromosom  $n$ . Batas antara kedua generasi, sporofit dan gametofit, ditentukan dengan terjadinya peristiwa meiosis dan pembuahan. Generasi sporofit memiliki kromosom  $2n$ , gametofitnya  $n$  kromosom. Pergiliran generasi tidak hanya dijumpai pada tumbuhan

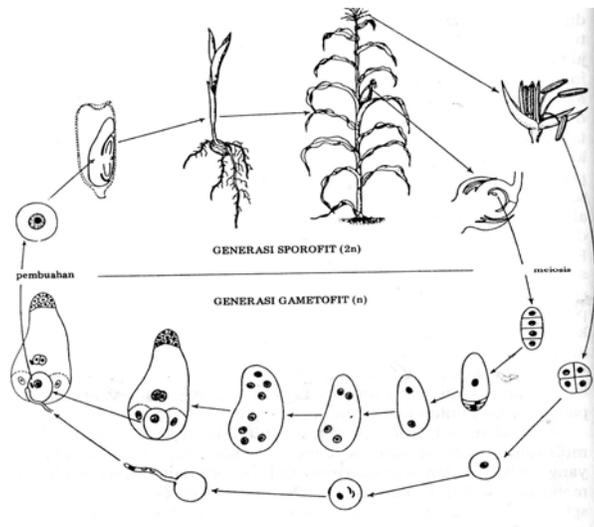
berbunga, tetapi umum dijumpai pada seluruh dunia tumbuhan. Generasi sporofit yang menghasilkan spora maupun gametofit yang menghasilkan gamet yang dicirikan dengan adanya pembuahan dan meiosis, pada tumbuhan berumah dua, sel tubuh  $2n$  mengandung kromosom yang terlibat dalam penentuan alat reproduksi seksual.

### 4.3. Penyerbukan (polinasi)

Pembuahan sel telur dan perkembangannya hanya akan terjadi jika butir serbuk sari sampai kepada stigma. Penyerbukan ialah pindahnya serbuk sari dari kepalam sari kepada stigma. Penyerbukan berbeda dengan pembuahan, penyerbukan adalah peleburan gamet jantan dan gamet betina. Penyerbukan ada dua macam, yaitu penyerbukan sendiri dan penyerbukan silang. Penyerbukan sendiri adalah proses

penyerbukan kepala putik oleh serbuk sari yang berasal dari bunga itu sendiri atau dari bunga lain pada tumbuhan yang sama. Penyerbukan silang ialah proses perpindahan serbuk sari dari anther bunga tumbuhan ke stigma bunga tumbuhan lain yang sama atau species yang berkerabat. Penyerbukan dapat dibantu oleh angin dan serangga, burung, keong, dan binatang kecil lain. Contoh tanaman yang menyerbuk sendiri adalah gandum, jelai, padi, kedelai dan lain-lain. Penyerbukan silang lebih umum terjadi dibanding dengan penyerbukan sendiri.

Penyerbukan silang menghasilkan kombinasi satuan keturunan yang lebih beragam dari keduanya. Pengaruh langsung dari penyerbukan silang adalah banyaknya species dari produksi biji yang dihasilkan dan bersifat lebih kuat dari turunannya.



Gambar 4.9.  
Pergantian generasi tanaman

### a. Penyerbukan oleh serangga

Sebahagian besar tumbuhan berbung diserbuki oleh insekta seperti lebah, kupu-kupu, tawon, kumbang dan lain-lain. Pada kasus tertentu penyerbukan dapat dilakukan oleh burung dan mamalia. Bunga yang diserbuki oleh serangga biasanya berwarna cerah dan atau berbau harum. Serbuk sari yang dihasilkan sangat berat sehingga cepat lengket dan sukar diterbangkan oleh angin. Bunga seperti ini mengandung tempat air madu atau nektar. Banyak sekali percobaan-percobaan untuk mengetahui ketertarikan serangga terhadap bunga yang berwarna dan berbau wangi. Lebah dan serangga akan mendatangi bunga dan mengumpulkan serbuk sari atau nektar sebagai bahan makanan buat mereka atau keturunannya. Penyerbukan terjadi secara kebetulan pada waktu serangga tersebut mendatangi bunga. Serbuk sari melekat pada bagian mulut, kepala, kaki dan rambut pada tubuh lebah sesudah lebah tersebut mendatangi bunga. Jika lebih mendatangi bunga yang lain, sebagian serbuk sari akan menyentuh stigma dan mengakibatkan penyerbukan silang. Penyerbukan oleh serangga merupakan cara yang terpenting untuk proses perkebang-biakan.

### b. Adaptasi bunga yang menguntungkan penyerbukan silang

Pada tumbuhan yang memiliki bunga sempurna mempunyai stamen dan pistil yang matang pada waktu

yang berbeda. Hal ini menguntungkan penyerbukan silang (dikogami). Dikogami terjadi melalui dua cara. Yang pertama adalah anther akan matang sebelum stigma pada kasus lain stigma lebih dulu matang daripada anther. Bunga dengan pistil dan stamen yang matang pada waktu yang berbeda sangat umum dijumpai pada dunia tumbuhan.

Pada beberapa bunga terdapat hubungan antara tabung korola dan ukuran panjangnya. Nektar yang terletak pada pangkal tabung korola akan menempel pada anggota badan kupu-kupu atau ngengat yang memiliki bagian mulut berbentuk panjang sehingga dapat mencapai nektar. Sebagai contoh adalah *Saponaria*, berbagai jenis tembakau, *Datura* memiliki tabung korola sepanjang 8cm sehingga sulit untuk diserbuk oleh serangga.

Penyerbukan sendiri tidak terhalangi oleh heterostyli karena pada saat serangga mencabut mulutnya dari korola bunga maka dia akan memindahkan serbuk sari dari anther ke stigma dari bunga yang sama. Penyerbukan sendiri lebih mudah terjadi pada siklus pendek akan tetapi proses penyerbukan sendiri dalam pembentukan biji sangat bervariasi.

### c. Ketidak serasian

Pada banyak tumbuhan dengan bunga sempurna pembuahan dan pembentukan buah serta biji terjadi setelah penyerbukan sendiri (keserasian sendiri). Pada tumbuhan lain kadang-kadang tidak terjadi

pembuahan walaupun stigma sudah diserbuk oleh serbuk sari dari bunga yang sama (ketidak serasian fisiologis atau ketidak-serasian sendiri). Dalam banyak hal ketidak serasian disebabkan oleh rendahnya laju pertumbuhan tabung serbuk sari.

#### **d. Penyerbukan angin**

Penyerbukan dengan angin merupakan proses yang paling mudah. Bunga tumbuhan diserbuk oleh angin kecil dan kurang menarik, penyerbukannya dijumpai pada tumbuhan kayu dan herbal, seperti Conifer, Cuercus dan lain-lain. Pada banyak tumbuhan erkayu bunga jantan dan terkadang betina berkelompok dalam untaian.

#### **e. Musim penyerbukan**

Di daerah empat musim terdapat tiga kali waktu penyerbukan, yaitu awal musim semi, akhir musim semi dan awal musim panas, serta akhir musim panas dan musim gugur. Banyaknya serbuk sari di udara dapat dihitung dengan cara meletakkan di udara slide mikroskop yang ditutupi oleh agar tipis atau vaselin. Serbuk sari yang melekat harus diwarnai dan dapat dipelajari di bawah mikroskop dan kemudian diidentifikasi melalui ciri-ciri permukaan butir sari tersebut.

### **4.4. Teknik Produksi Benih Tanaman**

Untuk menghasilkan benih bermutu (bersertifikat) minimum melibatkan dua aspek penting, yakni prinsip genetik dan prinsip agronomik.

Prinsip genetik adalah pengendalian mutu benih internal yang dilaksanakan produsen benih agar kemunduran genetik tidak terjadi dan benih yang dihasilkan memiliki mutu genetik (kemurnian) yang tinggi. Adapun prinsip agronomik adalah tindakan budi daya produksi agar benih yang dihasilkan dapat maksimum, baik dalam kuantitas (jumlah) maupun kualitas (terutama mutu fisik dan mutu fisiologis benih).

Pada dasarnya, usaha produksi atau penangkaran benih bertujuan untuk menghasilkan benih sebanyak-banyaknya dengan mutu yang memenuhi syarat sertifikasi benih. Benih bersertifikat merupakan benih dari suatu varietas yang telah diketahui (telah dilepas) dan diproduksi dengan sistem pengawasan serta standar sertifikasi benih, baik standar lapangan maupun laboratorium yang ketat dalam mempertahankan kemurnian varietas tersebut. Untuk menghasilkan benih bersertifikat, perlu memperhatikan prinsip-prinsip berikut ini.

#### **a. Persyaratan lahan produksi benih**

Untuk menghasilkan benih bermutu, tanaman harus diusahakan secara intensif pada lahan yang memenuhi persyaratan dan dikelola sesuai dengan keadaan agroklimat setempat. Dua persyaratan lahan yang utama bila akan memproduksi benih bersertifikat yaitu sebagai berikut:

(a). Lahan subur dan tersedia air: Air dapat disediakan secara teknis melalui irigasi atau secara alami

sebagai lahan tadah hujan. Air sangat dibutuhkan terutama pada saat tanaman memasuki masa pengisian biji (grain filling). Perlu diperhatikan pula bahwa memproduksi benih umumnya dilakukan di luar musim tanam (off-season) karena untuk memenuhi kebutuhan benih pada musim berikutnya. (b). Lahan bersih dan bebas dari varietas lain. Untuk menghindari pencampuran varietas, sejarah lahan, yakni catatan urutan jenis dan varietas tanaman yang pernah ditanam, perlu diperhatikan. Secara umum, dalam satu lokasi lahan produksi benih tidak dapat ditanami dua varietas berbeda dari jenis tanaman yang sama secara berturut karena akan menimbulkan penyerbukan silang. Adanya tanaman voluntir juga merupakan kontaminan. Selain dari dalam lahan, pencampuran pun dapat terjadi dari pertanaman sejenis yang berbeda varietas yang ada di sekitar lahan produksi. Cara menghindarinya dengan melakukan isolasi waktu atau isolasi jarak.

#### **b. Benih Sumber**

Benih sumber atau benih yang akan digunakan untuk memproduksi benih haruslah bermutu tinggi dan jelas asal-usulnya. Syarat mutu bagi benih bersertifikat antara lain murni (sesuai dengan sifat-sifat induknya), sehat (bebas dari hama maupun penyakit), bersih (bebas dari kotoran maupun campuran varietas lain), dan memiliki daya tumbuh yang tinggi. Benih sumber yang digunakan dalam produksi benih harus berasal dari kelas yang lebih tinggi seperti dalam sistem alur perbanyak *mono*

*generation flow* atau *poly generation flow*. Untuk itu perlu diperhatikan ketentuan pelaksanaan sertifikasi sebagai berikut: (a). Benih penjenis (BS) dapat diperbanyak kembali sampai 5 kali (sampai dengan BS4). Pengawasan dan jaminan mutu dilakukan oleh pemulia tanaman (breeder) yang bersangkutan. (b). Benih dasar (BD) dapat diperbanyak kembali sampai 5 kali (sampai dengan BD4). (c). Benih pokok (BP) dapat diperbanyak kembali sampai 5 kali (sampai dengan BP4). (d). Benih sebar (BR) dapat diperbanyak kembali sampai 5 kali (sampai dengan BR4)

Selain aspek benih sumber, produksi benihpun perlu memperhatikan aspek sumber benih, yakni lembaga atau institusi yang menghasilkan benih sumber. Hal ini penting karena dalam skema sistem perbenihan di Indonesia, telah ditentukan lembaga-lembaga yang berkompeten untuk memproduksi setiap jenjang kelas benih bersertifikat.

Untuk kesuksesan produksi benih dalam hal kemurnian benih, pada umumnya proses produksi terisolasi. Isolasi yang umum digunakan adalah isolasi waktu dan jarak.

Isolasi waktu ataupun isolasi jarak merupakan tindakan perlindungan terhadap pertanaman benih dari penyerbukan silang oleh varietas lain, baik dari dalam maupun sekitar lahan produksi. Isolasi diterapkan apabila pada satu areal pertanaman terdapat kemungkinan terjadinya penyerbukan silang. Jika kemungkinan penyerbukan silang tidak terjadi maka isolasi tidak perlu dilakukan.

Dalam isolasi waktu, waktu tanam produksi benih dibuat berbeda dengan waktu tanam produksi benih dan atau non benih suatu varietas lain dari jenis tanaman yang sama, di suatu lahan produksi yang berdekatan agar masa berbunga antara kedua varietas tidak dalam waktu yang bersamaan. Lasmanya ditentukan oleh masa pembungaan varietas yang bersangkutan. Secara umum, lama isolasi waktu untuk tanaman pangan sekitar 1 bulan. Dalam melakukan isolasi waktu, dapat terjadi penanaman di luar musim tanam. Jika ini terjadi maka harus ditunjang dengan sarana atau prasarana yang mampu menekan risiko kegagalan, misalnya irigasi yang baik. Isolasi jarak memberi jarak antara satu hamparan pertanaman dan hamparan pertanaman lain dari varietas yang berbeda sehingga tidak dimungkinkan terjadi penyerbukan silang. Isolasi jarak dapat berupa lahan kosong, pertanaman dari tanaman jenis lain atau tanaman sejenis yang dijadikan tanaman penghalang (barier) dan tidak ikut dipanen sebagai benih. Jarak isolasi tersebut ditentukan oleh tipe (jenis) dan cara penyerbukan dari tanaman yang bersangkutan. Isolasi jarak untuk tanaman dengan penyerbukan silang (misalnya jagung, isolasi jarak 200 m) akan lebih jauh dibandingkan tanaman dengan penyerbukan sendiri (misalnya padi, isolasi jarak 3 m). Demikian pula, isolasi jarak untuk tanaman dengan penyerbukan yang dibantu oleh angin (misalnya jagung) lebih jauh dibanding tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh serangga.

Dalam pelaksanaannya, isolasi sering sulit dilaksanakan karena sulit mencari lahan produksi benih yang betul-betul ideal dan mengatur keserempakan pola dan waktu tanam petani. Oleh karenanya, isolasi yang sering dilakukan yaitu menanam tanaman barier sehingga dapat menghemat waktu (tidak perlu isolasi waktu) dan dapat memanfaatkan ruang antara pertanaman. Adapun upaya untuk menghindari percampuran varietas dari dalam lahan produksi, dilakukan roguing (pencabutan tanaman volunter).

### **c. Dasar-dasar budidaya untuk produksi benih**

Teknik produksi benih sedikit berbeda dengan teknik produksi non-benih, yakni pada prinsip genetisnya, dimana aspek kemurnian genetik menentukan kelulusan dalam sertifikasi. Teknik budi daya ini secara internal dilaksanakan oleh penangkar benih dalam bentuk roguing dan secara eksternal dilaksanakan oleh BPSB dalam bentuk pengawasan di lapang. Adapun teknik budi daya mulai dari pengolahan tanah hingga panen antara teknik budi daya produksi benih dan non benih secara relatif sama.

Produksi benih biasanya diawali dengan perkecambahan benih, pesemaian, pembibitan, penanaman, pemeliharaan, panen dan pascapanen, pengolahan benih, pengeringan, pengujian benih, sertifikasi dan pengepakan benih.

**1) Pengolahan tanah, menentukan komposisi media tanam, mencampur media dan mengisi media ke dalam polybag.**

Pengolahan tanah pada dasarnya bertujuan untuk menggemburkan, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas organisme tanah, serta menciptakan aerasi yang baik. Selain itu, pengolahan tanah dapat juga bermanfaat dalam mengendalikan gulma dan membebaskan lahan dari sisa-sisa tanaman atau benih tanaman yang ada. Untuk itu, hendaknya cukup tersedia waktu antara saat pengolahan tanah dan waktu tanam sehingga benih gulma dan tanaman dari pertanaman sebelumnya tumbuh dan dapat dicabut.

Untuk memproduksi benih-benih kecil (10 gram benih  $\geq$  1.000 benih, biasanya diawali dengan perkecambahan benih, pesemaian, pembibitan, penanaman, pemeliharaan, panen dan pascapanen, pengolahan benih, pengeringan, pengujian benih, sertifikasi dan pengepakan benih.

Proses penyiapan polybag untuk pembibitan dimulai dengan menentukan komposisi media pembibitan. Pada umumnya komposisi media yang diharapkan adalah mempunyai kandungan hara makro dan mikro, mengandung bahan organik, aerasi baik dan dapat menyimpan air dengan efisien. Untuk media pembibitan para petani penangkar benih biasanya menyiapkan komposisi media tanah: kompos (1: 1) dan biasanya telah memenuhi standar

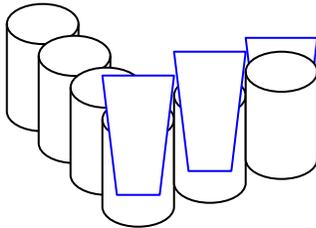
kebutuhan unsur hara yang dipersyaratkan.

Media tanah dan kompos yang telah disiapkan harus dicampur dengan merata agar kondisi media tanam seragam baik secara fisik, kimia dan biologis. Cara encampur media tanam dapat dilakukan secara manual dan mekanik. Pencampuran secara manual dapat dilakukan dengan bantuan alat sekop dan cangkul. Para petani pengangkar biasanya melakukan pencampuran sebagai berikut: karung tanah dicampur satu karung kompos lalu diaduk sampai rata, kegiatan ini dilakukan berulang-ulang sampai volume media tanam diperkirakan mencukupi untuk mengisi polybag.

Pencampuran media tanam dapat dilakukan dengan mesin pengaduk media atau mixer. Dengan alat ini petani tinggal memasukkan tanah setengah dari volume mixer dan kompos setengah dari volume mixer. Tutup kap penutup sampai rata. Sambungkan kabel mixer ke arus listrik dan media tanam akan tercampur dengan sempurna dan ada kemungkinan lebih homogen dari pada pencampuran dengan cara manual.

Media yang sudah siap untuk digunakan diangkut dengan gerobak (jika lokasi antar lokasi media dan tempat pembibitan berdekatan). Apabila penyiapan media berjauhan dengan tempat pembibitan, maka disarankan untuk mengangkut media dengan kendaraan roda empat. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pekerja dalam mengisi polybag.

Media tanam akan diisikan ke polybag. Para petani biasanya menyiapkan kotak kayu untuk mendirikan polybag atau kaleng atau botol plastik. Polybag dibuka mulutnya dan diletakkan pada peralatan yang disebutkan. Setelah polybag berdiri pada tempatnya, maka media pembibitan disiramkan ke atas polybag terbuka sampai penuh, kemudian masing-masing polybag dirapikan dan disiram dengan air.



Posisi wadah dengan polybag pembibitan pada saat mengisi polybag

## 2) Penanaman

Penanaman dilakukan secara beraturan untuk memudahkan pemeliharaan (pemupukan, pengendalian hama dan penyakit), pembersihan tanaman (pengendalian gulma), dan pelaksanaan *roguing*. Jarak tanam yang digunakan dapat disesuaikan dengan jenis atau varietas tanamannya, tingkat kesuburan lahan, serta ketersediaan air dan sinar matahari. Jarak tanam yang rapat dilakukan jika kesuburan tanah mendukung dan kompetisi antar tanaman tidak sampai pada taraf yang merugikan. Jarak tanam rapat dilakukan untuk memaksimalkan sumber daya yang tersedia dalam rangka mendapatkan hasil (produksi) yang maksimal.

Setelah jarak tanam ditentukan, kebutuhan benih setiap hektar dapat ditentukan. Kebutuhan benih dipengaruhi oleh: (1). Jarak tanam atau populasi tanaman per hektar. (2). Ukuran atau bobot benih per 1.000 butir. (3). Daya tumbuh (kecambah) benih.

Jarak tanam antar tanaman pada umumnya dapat ditentukan berdasarkan kanopi dari varietas tanaman yang dibudidayakan. Ukuran atau bobot benih per 1000 gram, biasanya tertera pada kemasan (label) benih. Keterangan ini terdapat pada kemasan apabila benih varietas tanaman mempunyai performansi biji berukuran kecil seperti benih kubis, sawi, wortel, tomat, cabai, bunga krisan dan lain-lain. Keterangan tentang daya tumbuh (daya kecambah) tertera pada label kemasan. Ketiga keterangan di atas selalu terdapat pada label benih-benih tanaman yang bersertifikat.

Penghitungan kebutuhan benih sangat penting dilakukan agar penangkar dapat menyediakan benih secara tepat jumlah sehingga tidak ada kelebihan pembelian benih dan input produksi benih menjadi efektif dan efisien. Kekurangan penyediaan benih akan menyebabkan ketidakseragaman penanaman sedangkan kelebihan penyediaan benih merupakan pemborosan. Perkiraan kebutuhan benih per hektar dapat dihitung dengan rumus :

$$B = 10.000 \times 100/p \times 100/q \times 100/r \times s/1000 \times t \times 1 \text{ g}$$

Keterangan :

- B = Benih yang diperlukan per hektar (gram)  
 p = Jarak antar barisan (cm)  
 q = Jarak rumpun tanaman dalam barisan (cm)  
 r = Daya kecambah benih (%)  
 s = Bobot 1.000 butir benih (gram)  
 t = Jumlah tanaman per rumpun

### 3) Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman dalam budi daya meliputi pemupukan, penyiangan (pengendalian gulma), pengendalian hama dan penyakit, serta pengairan dan pengelolaan air. Teknik pemeliharaan tanaman hendaknya disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman sehingga tindakan yang diberikan tepat dan efisien.

#### a) Pemupukan

Pemupukan dilakukan untuk memperbaiki ketersediaan hara dalam tanah. Pada awal pertumbuhan vegetatif, kebutuhan tanaman akan hara (terutama nitrogen) sangat besar. Adapun pupuk fosfor (P) dan kalium (K) dibutuhkan tanaman pada fase reproduktif, terutama masa pembungaan dan pengisian benih (grain filling). Dosis pupuk hendaknya disesuaikan dengan tingkat kesuburan tanah. Selain untuk pertumbuhan tanaman, pupuk pun berpengaruh terhadap produksi dan mutu benih. Protein benih padi dapat ditingkatkan dengan pemupukan N dan bobot benih padi dapat

ditingkatkan dengan pemupukan kalsium (Ca).

#### b) Penyiangan

Penyiangan dilakukan untuk membebaskan lahan dari gulma dan tanaman lainnya. Gulma dan tanaman lain dapat berfungsi sebagai kompetitor dalam mendapatkan air, hara, dan energi matahari. Selain itu, gulma atau tanaman lain juga dapat menjadi inang bagi hama dan penyakit tertentu atau memungkinkan terjadinya penyerbukan silang dengan tanaman benih. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara manual (dengan cara mencabut), mekanis (menggunakan alat), dan kimiawi (bahan kimia). Penggunaan bahan kimia untuk mengendalikan gulma hendaknya selektif agar tidak membahayakan tanaman yang diusahakan dan sumber plasma nutfah lainnya, serta tidak mencemari lingkungan (terutama air). Pada saat penyiangan, biasanya juga dilakukan pembumbunan (pendangiran) untuk memperbaiki aerasi di daerah sekitar perakaran tanaman.

c) Pengendalian hama dan penyakit

Hama dan penyakit di lapang selalu ada sehingga perlu dikendalikan agar pertanian dapat mencapai produksi yang tinggi. Namun, pengendalian tersebut hendaknya dilakukan sedini mungkin dengan senantiasa memperhatikan batas ambang ekonomisnya, yakni tingkat populasi dan intensitas serangan yang membahayakan proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Pengendalian hama dan penyakit dapat dilakukan secara preventif dan kuratif. Cara preventif (pencegahan) dengan membuat pertumbuhan tanaman sekuat mungkin, misalnya memberi pupuk yang seimbang dan melakukan sanitasi lingkungan. Cara kuratif adalah cara pemberantasan terhadap hama dan penyakit, seperti penggunaan pestisida, gropyokan untuk pemberantasan tikus, dan eradikasi (pencabutan dan pembuangan) tanaman yang terserang. Karena penggunaan bahan kimia cukup mengandung risiko maka dianjurkan pestisida yang digunakan berbahan organik.

d) Pengairan, pengecekan sumber dan pengelolaan air.

Kegiatan ini bertujuan untuk menyediakan air bagi tanaman dalam jumlah yang tepat, sesuai dengan fase pertumbuhan dan perkembangannya. Pada tahap pertumbuhan vegetatif sampai inisiasi bunga, air diperlukan dalam jumlah banyak. Pada tahap pembungaan, air diperlukan dalam jumlah sedang. Pada tahap pembentukan dan perkembangan

benih dini, air diperlukan dalam jumlah banyak dan pada tahap pemasakan benih, air tidak diperlukan lagi.

Penyediaan air bagi tanaman dapat dilakukan secara teknis melalui irigasi atau secara alami dari hujan. Pada musim kemarau atau bila tidak hujan, pengairan dilakukan dengan penyiraman. Penyiraman sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari, jangan dilakukan pada siang hari karena berpengaruh buruk terhadap tanaman, yakni terjadi peningkatan laju transpirasi secara mendadak.

Sebelum melakukan kegiatan produksi benih. Harus dilakukan terlebih dahulu pengecekan sumber air dan jaringan irigasi. Apabila lahan produksi berada pada lahan sawah dengan pengairan teknis, maka kondisi sumber air dan jaringan irigasi diprediksi tidak akan ada masalah. Apabila fasilitas tersebut tidak ada, maka sumber air biasanya ditampung pada drum atau bak penampungan yang dilapisi plastik yang disiapkan di sekitar lokasi budidaya.

Apabila produksi benih dilakukan pada skala luas, biasanya jaringan irigasi secara teknik harus disiapkan pada saat pembuatan bedengan sekaligus dengan pembuatan saluran. Pada sistem ini saluran dapat dialiri air sehingga dapat dilakukan penyiraman dengan sistem lep. Hal yang harus diperhatikan adalah kemiringan jaringan irigasi harus diperhitungkan agar air dapat mengalir dengan baik pada semua lahan budidaya.

#### e) Roguing

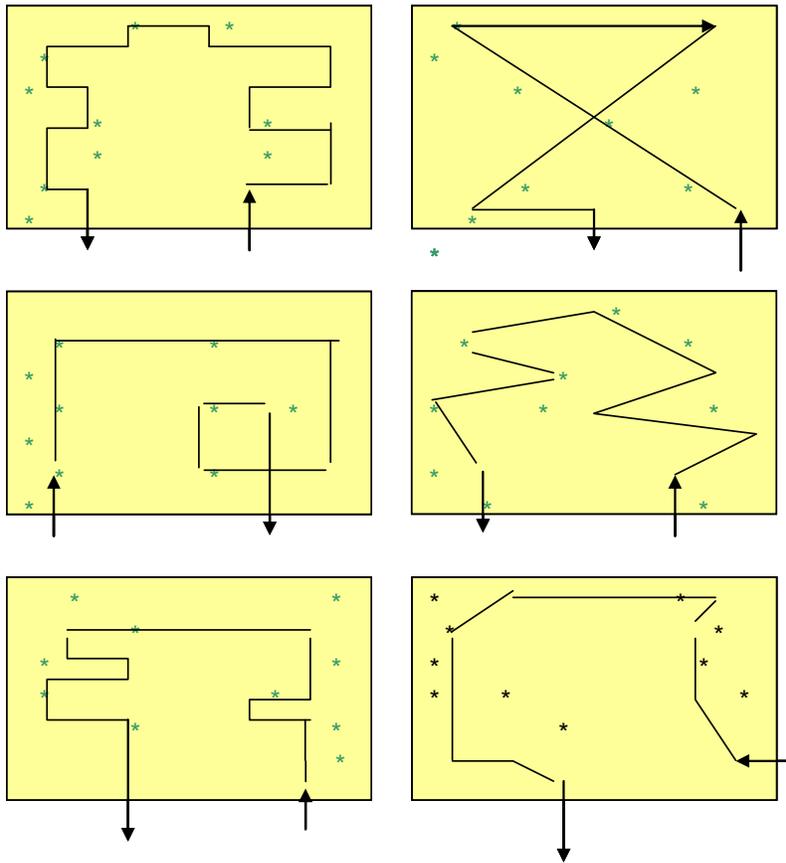
Roguing bertujuan untuk menjaga kemurnian benih. Cara pelaksanaannya dengan mencabut tanaman yang tidak dikehendaki, seperti tanaman yang berpotensi untuk terjadinya penyerbukan silang dengan varietas tanaman yang diusahakan atau tanaman yang berpotensi menghasilkan benih campuran varietas lain. Roguing biasanya dilakukan sebelum lahan diperiksa oleh tim sertifikasi dari BPSB. Pelaksanaan roguing mengikuti waktu dan frekuensi pemeriksaan lapangan oleh petugas pengawas sertifikasi benih, yaitu saat tanaman umur 4 minggu setelah tanam, pada fase berbunga, dan menjelang panen. Jika memungkinkan, roguing dapat dilakukan setiap saat tidak hanya pada saat menjelang pemeriksaan oleh BPSB. Roguing dilaksanakan dengan mencocokkan deskripsi tanaman di lahan dengan deskripsi varietas tanaman yang diusahakan. Tanaman yang tidak sesuai dengan deskripsi tanaman yang diusahakan harus dicabut dan dimusnahkan.

Roguing dilakukan dengan berjalan secara sistemik sehingga setiap tanaman dapat terlihat dan diamati. Roguing hendaknya dilakukan sepagi mungkin dan arah berjalan sebaiknya tidak menghadap matahari, karena silau akan

menyulitkan pengamatan. Tanaman rogue, tanaman yang terserang hama dan penyakit, gulma-gulma berbahaya dicabut dan dimusnahkan. Melakukan roguing di lahan yang luas cukup menyulitkan. Oleh karenanya, dibutuhkan metode yang cukup representatif melalui pengacakan sampel di lapang. Ada beberapa macam pola pelaksanaan roguing (lihat gambar Usulan Jalur perjalanan dalam melakukan roguing). Pola A dapat menjamah lahan pertanaman sekitar 75%, pola B mampu menjamah lahan seluas 60-70%, pola C (cara acak) dan pola D (searah jarum jam) memungkinkan seluruh (100%) pertanaman terjamah, pola E mampu menjamah lahan sebesar 85%, dan pola F hanya mampu menjamah pertanaman sebesar 60% dari luas lahan keseluruhan.

#### Pemanenan

Penanganan pascapanen dapat dilakukan dengan baik, tidak merusak benih yang masih berkadar air tinggi, maka panen pada saat benih masak fisiologis adalah pilihan yang tepat. Beberapa keuntungan panen yang dilakukan pada saat benih mencapai masak fisiologis antara lain: (a). Benih belum mengalami deteriorasi (kemunduran). (b). Mempercepat program pemuliaan tanaman karena segera diperoleh data viabilitas dan vigor maksimum dari varietas yang dikembangkannya.



Gambar 4.9 .  
Beberapa alternatif jalur perjalanan untuk melakukan kegiatan roguing.

(c) Menghemat waktu dan mengurangi kehilangan benih di lahan, serta. (d). Perkecambahan benih di lapang dapat dihindari.

Oleh karena kadar air benih pada saat masak fisiologis masih cukup tinggi (50-60%) sehingga rentan terhadap kerusakan mekanik, maka panen dapat dilakukan beberapa hari setelah masak fisiologis. Waktu panen ini pun jugam mempunyai risiko.

Kondisi iklim pada selang waktu antara masak fisiologis dan panen sangat berpengaruh terhadap viabilitas benih, daya kecambah, vigor, maupun daya simpan benih. Cuaca pada areal produksi yang tidak menguntungkan dapat menurunkan mutu benih yang dihasilkan.

#### f) Pengolahan Benih

Pengolahan benih merupakan tahap transisi antara produksi dan penyimpanan atau pemasaran benih. Tahap ini cukup menentukan karena benih dapat tidak bermanfaat jika salah dalam pengolahannya.

Prinsip umum pengolahan benih adalah memproses calon benih menjadi benih dengan tetap mempertahankan mutu yang telah dicapai. Pengolahan benih tidak dapat meningkatkan mutu benih secara individual, tetapi secara populatif. Secara populatif, mutu benih dapat ditingkatkan melalui dua cara yaitu : (a). *Separation*, yakni memisahkan benih dari sumber kontaminan seperti benih gulma, benih tanaman lain, dan kotoran benih. (b). *Upgrading*, yakni memilah benih dari benih yang kurang bermutu, misalnya berukuran kecil atau tidak seragam.

Dengan pemisahan dan pemilahan benih, akan diperoleh benih yang murni dan hidup (*pure life seed*) dengan total jumlah yang lebih rendah dari jumlah benih hasil panen. Perbandingan jumlah benih hasil pengolahan dengan jumlah calon benih hasil panen dinamakan *rendemen*. Nilai *rendemen* sangat ditentukan oleh jenis benih dan efektivitas pengolahan. Semakin efektif pengolahan yang dilakukan, semakin tinggi nilai *rendemen* yang berarti semakin kecil nilai kehilangan pascapanennya (*post harvest losses*). Adapun efektivitas pengolahan ditentukan oleh alur (jalur) pengolahan dan penggunaan alat-alat pengolahan benih yang tepat.

#### d. Alur umum pengolahan benih

Benih masuk ke unit pengolahan benih umumnya dalam bentuk calon benih, misalnya benih jagung masih dalam tongkol, benih kedelai dan kacang hijau masih dalam polong. Selain dalam bentuk calon benih, kadar airnya juga masih sangat tinggi. Oleh karenanya, pengolahan benih yang dilakukan sebagai berikut.

##### 1) Pembenihan dan prapembersihan

Kegiatan pembenihan meliputi pengeringan (*drying*) dan perontokan (*threshing*) pada kacang-kacangan dan padi atau pemipilan (*shelling*) pada jagung. Setelah pengolahan tersebut, dilakukan pemisahan benih dari kotoran sisa polong, tongkol, atau jerami (disebut *pre-cleaning*). Selama proses pembenihan dan prapembersihan, benih disimpan sementara secara curah dan tumpukan (*bulk storage*).

##### 2) Pembersihan

Proses pembersihan (*cleaning*) benih diawali dengan pemisahan benih dari kotoran (sampah). Pembersihan ini dapat menggunakan ayakan (saringan) atau alat pembersih benih dengan sistem pengayakan dan hembusan udara, seperti *air screen cleaner*. Setelah bersih dari kotoran, benih memasuki proses sortasi dan *upgrading*, yaitu benih dipisahkan dari benih varietas lain, benih gulma, serta benih yang *berviabilitas* rendah (kecil, pecah, dan tidak seragam).

### 3) Perlakuan benih dan pengemasan

Perlakuan benih (seed treatment) adalah pemberian bahan kimia dalam rangka melindungi benih dari hama dan penyakit, baik yang terbawa benih, serangan yang mungkin terjadi di penyimpanan maupun serangan di lapang produksi. Hal penting yang diperhatikan di dalam memberikan perlakuan benih adalah jenis dan dosis pestisida yang digunakan agar tidak meracuni benih.

Pengemasan bertujuan untuk melindungi benih dari pengaruh kelembaban udara dan pencampuran antar lot (kelompok) benih. Jenis kemasan benih dapat dikelompokkan menjadi 3, yakni kemasan porus, resisten dan kedap. Kemasan porus adalah kemasan yang tembus air sehingga tidak mampu melindungi benih dari pengaruh kelembapan udara luar. Contohnya, kertas dan kain blacu. Kemasan resisten adalah kemasan yang tahan terhadap tembusan air, tetapi dalam jangka panjang kemasan menjadi porus. Contoh kemasan seperti ini yaitu kantong plastik. Adapun kemasan kedap adalah kemasan yang tidak tembus air. Contohnya botol (gelas) dan kaleng (drum). Jenis kemasan ini mampu mempertahankan kadar air benih dalam jangka waktu yang lama. Bila menggunakan kemasan kedap, kadar air benih harus rendah untuk menghindari pengaruh buruk dari akumulasi produk respirasi benih di dalam kemasan.

### e. Alat dan mesin pengolahan benih

Secara umum, alat dan mesin pengolahan yang paling dibutuhkan yaitu alat pembenihan (conditioning dan pre-cleaning), alat pengering, alat pembersih, serta alat perlakuan dan pengemasan. Alat-alat tersebut dapat berupa mesin pengolah benih yang dijalankan secara mekanik atau alat sederhana yang dijalankan secara manual. Pemilihan jenis alat pengolah benih tersebut sangat ditentukan oleh kemampuan penangkar, jenis dan nilai komoditas, tingkat mutu dan efisiensi yang diinginkan, pertimbangan keuntungan usaha, dan ada atau tidaknya sumber listrik atau mesin diesel.

#### 1) Alat pengering benih (*seed drier*)

Pengeringan benih dapat dilakukan secara alami dengan panas matahari atau secara buatan dengan bantuan alat pengering (*seed drier*). Pengeringan secara alami mempunyai kendala seperti turun hujan, suhu yang tidak dapat dikontrol, diperlukan pembalikan benih, dan kapasitas lantai jemur yang terbatas. Kendala tersebut tidak dijumpai bila pengeringan dilakukan dengan alat pengering. Secara prinsip, sistem pengeringan buatan menggunakan kompor api atau heater sebagai sumber panas dan kipas (*fan*) sebagai tenaga penggerak aliran udara. Kapasitas alat dan lama pengeringan perlu diketahui agar tidak terjadi overload atau penundaan

pengeringan yang dapat menurunkan mutu benih.

Meski penggunaan drier memiliki berbagai keunggulan dibandingkan pengeringan alami, tetapi benih hasil pengeringan dengan matahari memiliki mutu fisik yang lebih baik, terutama warna dan baunya. Benih yang dikeringkan secara alami memiliki warna yang lebih cerah dan tidak berbau, sedangkan benih hasil pengeringan buatan memiliki warna yang sedikit kusam dan berbau (terutama bila menggunakan alat berbahan bakar minyak tanah).

Terdapat berbagai tipe drier seperti tunnel drier, batch drier, bin drier, column seed drier dan continuous flow tower drier. Penggunaan masing-masing tipe antara lain tergantung pada jumlah lot benih, serta alat penanganan dan transportasi yang digunakan. Benih tanaman pangan, seperti kedelai dan jagung, dikeringkan dengan batch drier. Adapun benih yang diproduksi dalam jumlah banyak dikeringkan dengan bin drier atau continuous flow drier.

## 2) Alat pembenihan

Alat pembenihan adalah alat yang digunakan untuk memisahkan benih dari struktur buah. Jenis dan tipe alat yang digunakan berbeda untuk setiap jenis benih. Namun, secara umum alat pembenihan terdiri dari silinder yang memiliki gigi (paku) yang dapat diputar sehingga mampu merontok atau memipil benih. Tenaga yang digunakan untuk memutar silinder perontok dapat berasal dari tenaga mekanik atau tenaga listrik. Ada pula mesin yang dilengkapi

dengan blower sehingga benih yang dihasilkan lebih bersih. Faktor penting yang perlu diperhatikan dalam menggunakan alat perontok dan memipil adalah kecepatan putar silinder dan jumlah paku yang berpotensi merusak benih secara mekanik. Semakin cepat putaran silinder dan semakin banyak paku yang dipasang, semakin cepat pula proses perontokan atau pemipilan benih, tetapi potensi kerusakan mekanik yang ditimbulkannya juga semakin besar.

Alat pembenihan yang paling sederhana adalah tangan, seperti memipil jagung dan mengupas benih kacang tanah. Cara ini adalah cara yang paling kecil kerusakan mekaniknya, tetapi membutuhkan waktu lama dan khusus untuk benih jagung, kadar air benih harus cukup rendah (kering pipil).

## 3) Alat pembersih benih

Alat pembersih merupakan alat untuk membersihkan benih dari sumber-sumber kontaminan dan benih yang tidak bermutu melalui pengayakan (penyaringan, screening) dan peniupan benda-benda yang tidak diperlukan dengan blower. Alat pembersih benih tradisional berupa nyiru atau tampah. Cara menggunakannya dengan menggerakkan ke atas dan ke bawah, lalu memutarnya sambil ditiup. Hasilnya diperoleh benih yang bersih. Kekurangan dari penggunaan alat ini adalah dibutuhkan waktu yang lama dan tenaga kerja yang banyak. Meskipun demikian risiko kerusakan benih sangat kecil.

Alat pembersih benih modern (berbasis mesin) ada banyak tipe dan jenisnya. Alat pembersih yang paling banyak digunakan sebagai pembersih dasar (utama) adalah air scree cleaner. Alat tipe ini menggunakan kombinasi dari aliran udara dan saringan untuk memisahkan benih berdasarkan ukuran, berat jenis dan resistensi terhadap aliran udara. Air screen cleaner tipe kecil terdiri dari 2 saringan dengan 3-4 aspirator. Cara kerja alat ini terdiri dari tiga tahap, yakni (1) saringan atas (*scalping screen*) menahan benih dan benda yang berukuran besar, (2) aliran udara (*aspirating air*) memisahkan benih dari benda-benda yang ringan, (3) saringan bawah (*graded screen*) memilah dan menahan benih yang bersih. Alat pembersih benih lain yaitu *specific gravity separator* untuk memilah benih berdasarkan berat jenisnya, *disparasi* untuk memilah benih berdasarkan ukurannya, dan *spiral separator* untuk memilah benih berdasarkan bentuknya.

#### f. Penyimpanan Benih

Tujuan penyimpanan benih adalah mempertahankan daya hidup (daya simpan) benih selama mungkin. Dalam penyimpanan, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap daya simpan benih dioptimalkan agar prosers kemun-duran dapat ditekan seminimum mungkin.

##### 1) Faktor yang mempengaruhi daya simpan benih

Faktor yang mempengaruhi daya simpan benih, secara umum

dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu faktor benih, lingkungan fisik penyimpanan, dan faktor organisme hidup yang ada di dalam ruang simpan. Ketiga faktor tersebut saling berinteraksi baik secara langsung maupun tidak langsung.

##### a) Faktor Benih

Kondisi benih merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap daya simpannya. Tiap jenis atau varietas benih memiliki daya simpan tersendiri, sebagai contoh benih padi memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan benih kedelai walaupun faktor lainnya sama. Kondisi benih tersebut dipengaruhi oleh:

- faktor genetik,
- faktor perlakuan sebelum benih disimpan, seperti kondisi lapangan selama pertanaman (kesuburan lahan, tingkat hama dan penyakit, iklim); kondisi lingkungan selama benih dalam pemasakan, pemanenan; dan perlakuan pengolahan benih dari calon benih menjadi benih (perontokan, pengeringan), (3) komposisi kimia benih,
- struktur fisik benih,
- dormansi dan benih keras,
- tingkat kemasakan benih,
- tingkat kerusakan benih, dan (8) kadar air benih.

##### b) Faktor lingkungan fisik ruang penyimpanan

Faktor lingkungan fisik yang mempengaruhi daya simpan benih di dalam penyimpanan yaitu

kelembapan, temperatur, dan komposisi gas di ruang simpan. Kelembapan ruang simpan akan berpengaruh terhadap kadar air benih dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme. Karena bersifat higroskopis, benih mudah menyerap atau melepaskan uap air tergantung kelembapan ruangan. Melindungi benih dari pengaruh kelembapan dengan cara menggunakan kemasan yang resisten atau kedap, menggunakan bahan penyerap kelembapan (desikan), dan mengendalikan ruangan supaya tetap kering dengan alat dehumidifier (penurun kelembapan). Suhu berpengaruh terhadap laju respirasi benih dan tingkat kadar air kesetimbangan benih. Semakin tinggi temperatur, semakin tinggi laju respirasi dan semakin tinggi kadar air kesetimbangan sehingga mempercepat kemunduran benih.

Rumusan tentang pengaruh temperatur dan kadar air benih terhadap daya simpan benih yaitu sebagai berikut : (1). Jumlah angka kelembapan dalam % dan temperatur dalam °F tidak boleh melampaui angka 100 untuk penyimpanan benih selama 3-10 tahun. Untuk penyimpanan benih <3 tahun, angka tersebut boleh sampai 120 dengan catatan tingkat kelembapan udara tidak melebihi 60°F. (2). Daya hidup benih menjadi setengahnya jika temperatur dinaikkan 5°C. Hal ini berlaku bila tempat penyimpanan dengan kelembapan 20-70% dan temperatur 0-50°C. (3). Daya hidup benih menjadi setengahnya jika kadar air benih ditingkatkan 1% untuk kisaran benih berkadar air 5-14%.

Gas yang berpengaruh terhadap daya simpan benih di penyimpanan antara lain oksigen (O<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan nitrogen (N<sub>2</sub>). Semakin tinggi kadar O<sub>2</sub> di ruang penyimpanan, daya hidup benih akan semakin turun. Meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> dapat meningkatkan daya simpan benih bawang merah. Nitrogen dapat mempercepat kemunduran benih bawang merah dan sawi.

#### c) Jasad hidup di ruang penyimpanan

Jasad hidup yang terdapat di ruang penyimpanan benih umumnya terdiri dari cendawan, bakteri, virus, serangga, tungau, tikus, dan burung. Kerusakan yang diakibatkan oleh jasad hidup ini umumnya secara fisik, misalnya benih berlubang atau rusak. Selain itu, adanya jasad hidup juga akan menyebabkan kondisi lingkungan kurang baik, seperti lingkungan menjadi lebih lembap dan kurang bersih yang pada akhirnya juga mempercepat kemunduran benih. Pengendalian jasad hidup tersebut dapat dilakukan dengan sanitasi atau fumigasi, yakni menutup seluruh benih dengan terpal lalu memberinya bahan fumigan seperti fostoxin.

#### d) Cara penyimpanan benih

Secara umum, penyimpanan benih dilakukan dengan dua sistem, yakni penyimpanan terbuka dan penyimpanan terkendali. Sistem penyimpanan terbuka berarti tidak ada perlakuan terhadap kondisi lingkungan ruang penyimpanan. Daya simpan benih tergantung pada kondisi daerah

penyimpanan. Di daerah dengan iklim yang lembap dan temperatur tinggi, daya simpan benih akan cepat menurun. Di daerah dengan iklim kering dan dingin, benih bisa tahan lama disimpan. Pada sistem penyimpanan ini, biasanya benih dikemas dengan wadah yang tidak kedap, seperti kain blacu, karung goni, kertas semen, dan bahan porus lain. Sistem penyimpanan ini hanya cocok untuk benih yang disimpan dalam jangka pendek (<3 bulan).

Pada sistem penyimpanan benih terkendali, lingkungan ruang penyimpanan dikontrol atau dikendalikan sedemikian rupa sehingga daya hidup benih dapat dipertahankan sesuai dengan keinginan (lama yang diinginkan).

Ada empat cara penyimpanan benih dengan suhu dan kelembaban terkendali, yaitu penyimpanan secara dingin, penyimpanan secara kering, penyimpanan kering dan dingin, serta penyimpanan beku.

Pada penyimpanan dingin, temperatur ruangan diatur agar tetap dingin dengan menggunakan AC (Air condition). Dalam sistem ini, benih dikemas dengan wadah yang relatif rapat, seperti kantong plastik, dan benih dapat dipertahankan sampai beberapa tahun, tergantung pada tingkat kadar airnya.

Pada penyimpanan kering, kelembapan ruang simpan dipertahankan rendah dengan menggunakan alat pengering ruangan dehumidifier. Benih bisa disimpan dalam wadah sarung lalu ditempatkan di ruang ini. Selama perubahan temperatur ruang simpan tidak terlampau tinggi, benih bisa disimpan

sampai beberapa tahun. Penyimpanan kering dapat juga dilakukan dengan penggunaan bahan pengemas yang rapat, seperti kantong plastik, botol atau kaleng yang tertutup rapat.

Kombinasi penyimpanan kering dan dingin, kelembapan maupun temperatur ruang simpan di kontrol dengan alat atau dengan cara pengemasan seperti pada kedua penyimpanan di atas. Ruang simpan diberi AC, dehumidifier, dan benih dikemas dengan kemasan yang kedap. Sistem penyimpanan kering dan dingin merupakan sistem penyimpanan terbaik yang mampu mempertahankan daya simpan benih hingga 10 tahun.

Pada penyimpanan beku, temperatur dibuat sangat rendah antara -20°C hingga 5°C, kelembapan ruang <30%, dan digunakan kemasan benih yang rapat (kedap). Penyimpanan ini mampu mempertahankan benih bertahun-tahun, bahkan sampai 100 tahun. Sistem penyimpanan ini biasanya digunakan untuk penyimpanan koleksi benih penting yang dijadikan sebagai bahan pemuliaan tanaman (plasma nutfah).

#### 4.5 Mutu Benih

Program perbenihan menitikberatkan pada penggunaan benih yang tepat mutu yang ditunjukkan pada labelnya. Agar tidak tertipu oleh label benih, para pengguna benih (terutama petani) hendaknya memahami tentang mutu benih dan komponen-komponennya

yang dicantumkan di dalam label benih.

Secara umum, komponen mutu benih dibedakan menjadi tiga, yaitu komponen mutu fisik, fisiologis, dan genetik. Sekarang pasar sudah mendesak dimasukkannya komponen mutu patologis. Komponen mutu fisik adalah kondisi fisik benih yang menyangkut warna, bentuk, ukuran, bobot, tekstur permukaan, tingkat kerusakan fisik, kebersihan, dan keseragaman. Komponen mutu fisiologis adalah hal yang berkaitan dengan daya hidup benih jika ditumbuhkan (dikecambahkan), baik pada kondisi yang menguntungkan (optimum) maupun kurang menguntungkan (suboptimum). Komponen mutu genetik adalah hal yang berkaitan dengan kebenaran dari varietas benih, baik secara fenotip (fisik) maupun genetiknya. Adapun mutu patologis berkaitan dengan ada tidaknya serangan penyakit pada benih serta tingkat serangan yang terjadi.

Pada label benih, unsur-unsur mutu benih yang dicantumkannya meliputi kadar air, komponen benih murni, campuran varietas lain, kotoran dan daya tumbuh. Hal yang berkaitan dengan ada atau tidaknya dan besarnya serangan penyakit yang terjadi, di Indonesia, belum dicantumkan dalam label sertifikat benih.

#### **a. Kriteria benih bermutu**

Penggunaan benih bermutu dalam budi daya akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi karena populasi tanaman yang akan tumbuh

dapat diperkirakan sebelumnya, yaitu dari data (label) daya berkecambah dan nilai kemurniannya. Dengan demikian, dapat diperkirakan jumlah benih yang akan ditanam dan benih sulaman, diperkirakan jumlah benih yang akan ditanam dan benih sulaman.

Secara fisik, benih bermutu menampakan ciri-ciri berikut: (a). Benih bersih dan terbebas dari kotoran, seperti potongan tangkai, biji-bijian lain, debu dan kerikil. (b). Benih murni, tidak tercampur dengan varietas lain. (c). Warna benih terang dan tidak kusam. (d). Benih mulus, tidak berbercak, kulit tidak terkelupas. (e). Sehat, bernas, tidak keriput, ukurannya normal dan seragam.

Selain itu, benih dianggap bermutu tinggi jika memiliki daya tumbuh (daya berkecambah) lebih dari 80% (tergantung jenis dan kelas benih) dan nilai kadar air di bawah 13% (tergantung jenis benihnya; benih kedelai mesti lebih rendah lagi).

#### **b. Kelas benih**

Benih merupakan hasil akhir dari proses panjang yang dilakukan oleh seorang pemulia tanaman dalam merakit sebuah varietas baru. Jika proses penyebaran varietas baru dari pemulia kepada petani dilakukan secara langsung maka jumlah benih yang tersedia tidak mencukupi kebutuhan seluruh petani.

Untuk mengatasi keterbatasan jumlah benih hasil pemuliaan ini, dibutuhkan kegiatan perbanyakan benih atau produksi benih. Sistem perbanyakan benih dilakukan secara berjenjang dengan selalu

mempertahankan identitas genetik dan kualitas benih dari varietas yang dihasilkan pemulia tanaman.

Benih hasil produksi ini kemudian dikelompokkan kedalam kelas-kelas sesuai dengan tahapan generasi perbanyakannya dan tingkat standar mutunya, melalui suatu prosedur yang diatur dalam aturan sertifikasi benih. Dari sistem dibagi menjadi empat.

1) Benih penjenis (BP = *breeder seed*: (BS))

Benih penjenis diproduksi dan diawasi oleh pemulia tanaman dan atau oleh instansi yang menanganinya (Lembaga Penelitian atau Perguruan Tinggi). Benih ini sebagai sumber untuk perbanyak benih dasar. Khusus untuk benih penjenis tidak dilakukan sertifikasi tetapi diberikan label warna putih.

2) Benih dasar (BD = *foundation seed* (FS))

Benih dasar merupakan turunan pertama (F1) dari benih penjenis. Benih ini diproduksi dan diawasi secara ketat oleh pemulia tanaman sehingga kemurnian varietasnya dapat dipertahankan. Benih dasar diproduksi oleh Balai Benih (terutama Balai Benih Induk, BBI) dan proses produksinya diawasi dan disertifikasi oleh Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB). Benih dasar ini diberi label sertifikasi berwarna putih.

3) Benih pokok (BP= *stock seed*, (SS))

Benih pokok merupakan F1 dari benih dasar atau F2 dari benih penjenis. Produksi benih pokok tetap mempertahankan identitas dan kemurnian varietas serta memenuhi standar peraturan perbenihan maupun sertifikasi oleh BPSB. Benih pokok diproduksi oleh Balai Benih atau pihak swasta yang terdaftar dan diberi label sertifikasi berwarna ungu.

4) Benih sebar (BR=*extension seed* (ES))

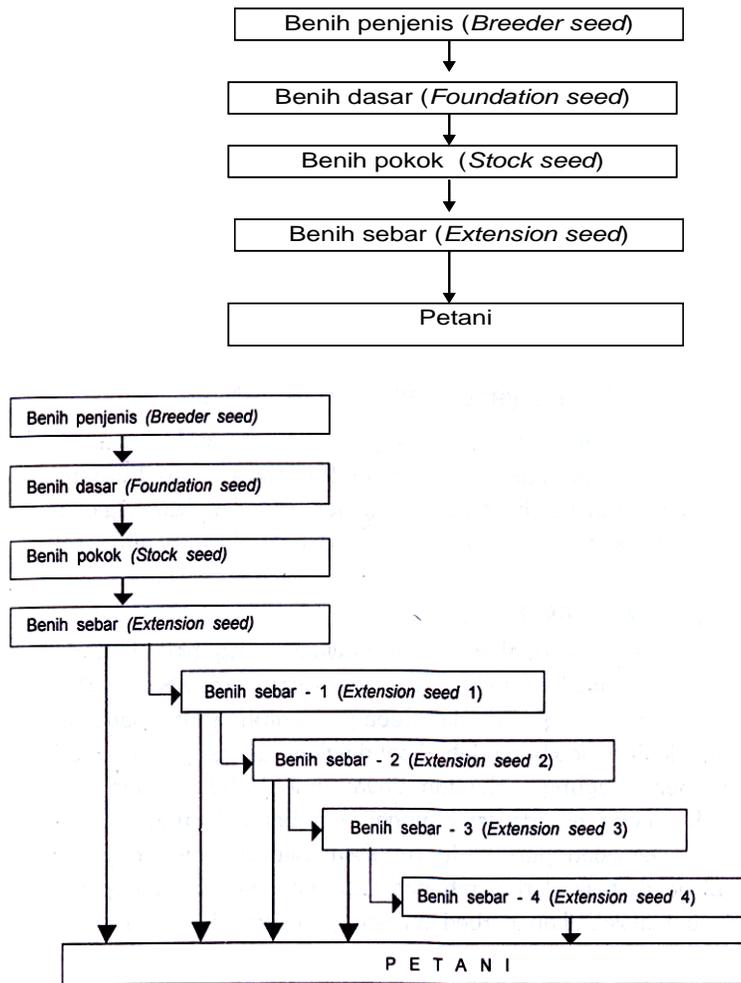
Benih sebar merupakan F1 benih pokok. Produksinya tetap mempertahankan identitas maupun kemurnian varietas dan memenuhi standar peraturan perbenihan maupun sertifikasi oleh BPSB. Benih pokok dan benih sebar umumnya diperbanyak oleh Balai Benih atau penangkar benih dengan mendapatkan bimbingan, pengawasan dan sertifikasi dari BPSB. Benih sebar diberi label sertifikasi berwarna biru.

Untuk benih palawija, selain benih sebar berlabel biru juga terdapat benih sebar berlabel hijau yang merupakan keturunan dari benih sebar berlabel biru. Produksi tetap mempertahankan identitas dan tingkat kemurnian varietas.

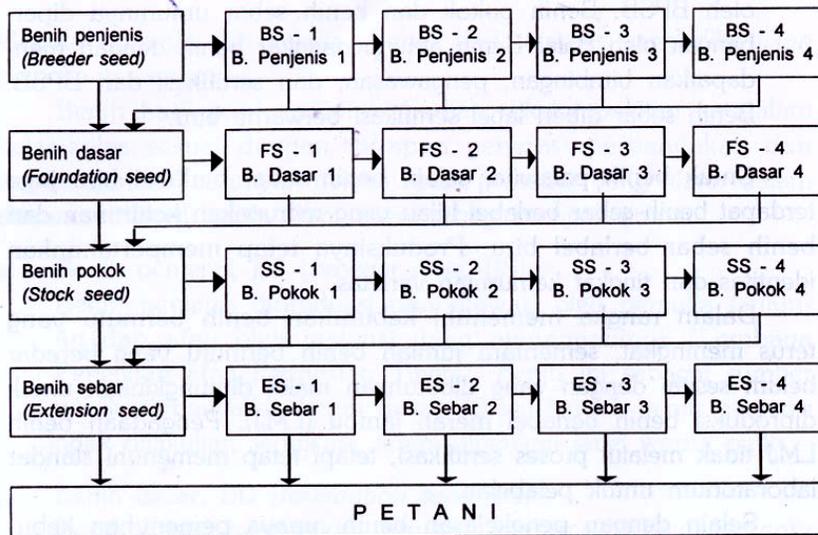
Dalam rangka memenuhi kebutuhan benih bermutu yang terus meningkat, sementara jumlah benih bermutu yang beredar belum sesuai dengan yang dibutuhkan maka dimungkinkan untuk diproduksi benih berlabel merah jambu (LMJ).

Pengadaan benih LMJ tidak melalui proses sertifikasi, tetapi tetap memenuhi standar laboratorium untuk pelabelan. Selain dengan pengelasan benih, upaya pemenuhan kebutuhan benih bersertifikat juga dilakukan dengan strategi alur perbanyak benih. Benih dengan indeks penangkaran tinggi menggunakan strategi perbanyak pola alur perbanyak tunggal,

seperti padi dan jagung. Adapun benih yang memiliki indeks penangkaran rendah dapat menggunakan perbanyak pola alur perbanyak ganda seperti pada kedelai. Pada sistem alur perbanyak benih alur tunggal, tiap kelas benih diperbanyak untuk menghasilkan kelas benih di bawahnya sehingga F3 dari benih penjenis adalah kelas benih sebar.



Gambar 4.11. Alur perbanyak benih sistem polygeneration flow



Gambar 4.12. Alur perbanyakan benih sistem monogeneration flow – transisi

Adapun pada sistem alur perbanyakan ganda, setiap kelas benih dapat diperbanyak untuk menghasilkan kelas benih yang sama dengan maksimal generasi diperbanyak 4 kali. Dengan demikian, F3 dari kelas benih penjenis bukan benih sebar, melainkan benis penjenis ke-3 yang dapat dijadikan sebagai bahan perbanyakan kelas benih penjenis ke-4 atau kelas benih dasar.

Penerapan sistem alur perbanyakan benih selalu mempertimbangkan aspek volume kebutuhan benih dan indeks penangkaran benih. Oleh karenanya, penerapan alur generasi ganda tidak harus sampai generasi ke-4, tetapi dapat hanya sampai generasi ke-3 atau ke-2 bila kebutuhan benih telah tercukupi.

Selain dikenal dua sistem alur perbanyakan benih, sebagai strategi perbanyakan benih, sistem alur

perbanyakan transisi pun dikenal pula dalam perbanyakan benih kacang-kacangan. Pada sistem alur perbanyakan ini, benih diperbanyak secara alur generasi tunggal sampai dengan kelas benih pokok dan selanjutnya benih diperbanyak secara alur ganda untuk menghasilkan kelas benih sebar. Hal ini pun diterapkan dengan pertimbangan kebutuhan benih di lapang sehingga tidak perlu benih F4.

**b. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Benih**

Mutu benih merupakan perpaduan dari karakter genetik dan pengaruh lingkungan. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap mutu benih antara lain faktor genetika, faktor lingkungan dan faktor status benih (kondisi fisik dan fisiologis benih).

## 1) Faktor genetik

Genetik merupakan faktor bawaan yang berkaitan dengan komposisi genetika benih. Setiap jenis atau varietas memiliki identitas genetik yang berbeda. Sebagai contoh, mutu daya simpan benih kedelai lebih rendah dibandingkan dengan mutu daya simpan benih jagung, kekuatan daya tumbuh (*vigor*) dan produksi benih jagung hibrida lebih tinggi dari benih jagung biasa (komposit). Demikian pula padi var. Peta memiliki mutu daya simpan yang lebih baik dari benih padi var. Chainan. Semua perbedaan tersebut diakibatkan perbedaan gen yang ada di dalam benih.

## 2) Faktor lingkungan

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap mutu benih berkaitan dengan kondisi dan perlakuan selama prapanen, pascapanen, maupun saat pemasaran benih. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

### a) Lokasi produksi dan waktu tanam

Lokasi produksi benih dipilih lahan yang subur, tidak merupakan sumber investasi hama dan penyakit, serta sumber kontaminan terhadap varietas tanaman yang akan diproduksi. Dalam memilih lokasi produksi, senantiasa memperhatikan sejarah lahan dan kondisi pertanaman sekitar lahan.

Jika lahan produksi harus ditanami jenis komoditas yang sama dengan pertanaman sebelumnya

maka varietas yang ditanam hendaknya. Hal ini untuk menghindari adanya tanaman voluntir hasil penyerbukan silang antara tanaman sebelumnya (yang berbeda varietas) dengan pertanaman yang ada. Adanya tanaman voluntir dapat mengakibatkan mutu (genetis) benih menjadi rendah. Jika penanaman yang berbeda varietas tidak bisa dihindari, lahan masing-masing varietas harus diisolasi.

Isolasi yang dilakukan meliputi isolasi jarak maupun isolasi waktu. Jarak antarblok pertanaman produksi benih diatur agar tidak terjadi penyerbukan silang, begitu juga waktu tanamnya.

Berkaitan dengan waktu tanam, hal terpenting adalah memperkirakan bahwa saat panen benih tidak dilakukan pada musim hujan. Sebaliknya, selama fase pertumbuhan (fase vegetatif) curah hujan hendaknya cukup memadai. Kesalahan dalam menentukan waktu tanam bisa mengakibatkan proses pembentukan dan perkembangan benih kurang sempurna (terutama fase pengisian biji/*grain filling*) sehingga kuantitas maupun kualitas benih menjadi rendah.

### b) Teknik budidaya

Semua tindakan dalam teknik budi daya produksi benih akan berpengaruh langsung terhadap mutu benih. Dari mulai tingkat kesuburan lahan dan teknik pemupukan, jarak tanam, status serangan hama dan penyakit serta pengendaliannya, kondisi gulma, pengelolaan air, sampai perlindungan tanaman dari

penyerbukan silang. Untuk mendapatkan benih bermutu tinggi, teknik budi daya produksi benih perlu berpedoman pada kaidah-kaidah sertifikasi benih.

c) Waktu dan cara panen

Dalam pembentukannya, benih mengalami beberapa stadia, yaitu stadia pembentukan, stadia matang morfologis, stadia perkembangan benih, dan stadia masak fisiologis. Pada stadia masak fisiologis, bobot kering benih mencapai maksimum dan benih telah lepas dari tanaman induknya. Pada saat itu kadar air benih cukup tinggi sehingga tidak cukup aman terhadap kerusakan mekanik pada saat panen maupun pascapanen. Oleh karenanya, saat panen yang sering dilakukan yaitu beberapa hari setelah masak fisiologis, sampai kadar air benih cukup aman untuk panen dan penanganan pasca panen. Bahkan untuk beberapa kasus, jika kondisi lingkungan memungkinkan (tidak ada hujan, gangguan hama dan penyakit serta benih rontok), benih tidak dipanen. Tindakan ini merupakan tindakan pengeringan dan penyimpanan benih di lapangan.

Agar benih tidak rusak pada saat panen, hendaknya digunakan alat panen yang tidak menimbulkan kerusakan mekanik (fisik) benih. Panen secara manual atau menggunakan alat panen sederhana merupakan cara panen terbaik karena tidak menimbulkan kerusakan fisik yang berarti, meski cara ini kurang efisien.

d) Penimbunan dan penanganan hasil

Ketika dipanen, kadar air benih masih relatif tinggi dan masih dalam bentuk calon benih (masih dalam malai, di dalam polong kelobot, atau struktur pembungkus benih lainnya). Keadaan tersebut membawa konsekuensi pada tingginya proses metabolisme yang terjadi di dalam benih, tingginya tingkat kepekaan benih terhadap benturan dengan alat-alat (mesin) pengolahan pada pascapanen, serta tingginya potensi serangan hama dan penyakit. Oleh karenanya, sistem penimbunan dan penanganan hasil sangat berpengaruh pada kualitas benih yang akan dihasilkan.

Penimbunan hasil yang baik ditujukan untuk menghindari terjadinya proses metabolisme anaerobik pada benih. Tempat penimbunan hasil hendaknya cukup luas dan mempunyai sirkulasi udara yang baik. Jika tempat penimbunan berupa ruang terbuka, perlu digunakan alas dan penutup timbunan benih yang kedap air, seperti terpal plastik, untuk menghindari pengembunan pada malam hari.

Berkaitan dengan penanganan hasil, benih hendaknya sesegera mungkin diproses untuk menghindari dampak buruk. Semakin cepat proses penanganan benih, semakin baik mutu benih yang dihasilkan karena memperkecil energi yang terbuang akibat proses metabolisme benih selama di dalam penimbunan.

### 3) Faktor fisik dan fisiologis

Faktor ini berkaitan dengan performa benih seperti tingkat kemasakan, tingkat kerusakan mekanis, tingkat keusangan (hubungan antara vigor awal dan lamanya disimpan), tingkat kesehatan, ukuran dan berat jenis, komposisi kimia, struktur, tingkat kadar air, dan dormansi benih.

#### a) Tingkat kemasakan benih

Panen yang dilakukan sebelum masak fisiologis akan menghasilkan benih yang kurang bermutu. Oleh karenanya, pemanenan benih pada tingkat kemasakan yang tepat sangatlah penting dalam mendapatkan tingkat mutu benih (awal) yang tinggi dan mutu daya simpan benih yang panjang.

#### b) Tingkat keusangan benih

Tingkat vigor awal tidak dapat dipertahankan karena benih akan mengalami proses kemunduran secara kronologis. Sifat kemunduran ini tidak dapat dicegah dan tidak dapat balik atau diperbaiki secara sempurna.

#### c) Tingkat kerusakan benih

Tingkat kerusakan benih pada umumnya dapat diidentifikasi dari laju kemunduran mutu benih. Hal ini dapat diperkecil dengan melakukan penanganan dan pengolahan, penyimpanan, serta pendistribusian benih secara baik. Pengemasan dan penyimpanan benih hendaknya mampu menjaga tingkat kadar air

benih dan mutu benih dari pengaruh-pengaruh lingkungan luar (kelembaban udara, suhu ruangan, dan hama serta penyakit). Kadar air benih sangat penting untuk dipertahankan karena peningkatan 1% nilai kadar air akan mampu menurunkan daya simpan benih menjadi setengahnya. Kadar air dapat dipertahankan dengan kemasan yang kedap udara luar, seperti plastik polietilin, atau benih disimpan dalam ruangan yang kering, misalnya di atas para-para dapur. Pendistribusian benih tidak sampai merusak kemasan benih. Apabila kemasannya rusak, kadar air benih akan berubah dan memungkinkan tercampurnya antara satu kelompok benih (dari satu kemasan) dengan kelompok benih lain (dari kemasan aslinya).

#### d) Tingkat kesehatan benih

Tingkat kesehatan berkaitan dengan ada tidaknya serangan dan tingkat serangan hama dan penyakit. Serangan hama dari penyakit dapat terjadi sejak benih masih berada di lapang sampai di ruang penyimpanan.

Mutu benih yang terserang hama dan atau penyakit akan menurun. Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama dapat secara langsung, yakni benih dimakan atau struktur, terutama embrio, rusak (sehingga benih tidak mampu berkecambah secara normal). Dapat pula benih rusak secara tidak langsung, yakni hama sebagai pembawa penyakit. Adapun kerusakan yang ditimbulkan penyakit, selain menimbulkan lingkungan penyimpanan yang tidak optimum, cendawan umumnya menghasilkan

produk beracun seperti aflatoksin yang akan meracuni benih sehingga akan menurunkan aktivitas enzim tatkala benih dikembangkan.

e) Ukuran dan berat jenis benih

Ukuran dan berat jenis benih sangat berkaitan dengan posisi benih di dalam buah dan posisi buah pada tanaman. Butiran benih padi yang terletak di ujung malai memiliki ukuran dan berat jenis yang lebih besar dibandingkan butiran benih pada pangkal malai. Hal ini disebabkan benih-benih di ujung malai lebih dahulu terbentuk dan berkembang. Sebaliknya benih-benih yang berada di pangkal dan tengah tongkol jagung memiliki ukuran dan berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan benih di ujung tongkol. Hal ini pun disebabkan benih pada pangkal dan tengah tongkol lebih dahulu terbentuk dan berkembang. Fenomena yang sama pun terjadi pada benih kedelai, benih yang berasal dari polong di pangkal batang memiliki ukuran dan berat jenis yang relatif lebih besar dibanding benih-benih yang berasal dari polong di ujung batang. Benih-benih dengan ukuran dan berat jenis lebih besar, pada varietas yang sama dan tingkat kadar air yang sama, diduga memiliki mutu fisiologis yang lebih tinggi karena benih tersebut memiliki jumlah cadangan makanan yang lebih banyak.

f) Komposisi kimia benih

Berdasarkan komposisi kimia ini, benih dibedakan menjadi benih berpati (*starchi seed*), benih berlemak

(*oily seed*) dan benih berprotein (*protein seed*). Benih dikatakan berlemak jika memiliki kandungan lemak antara 18-50%, dikatakan berprotein jika kandungan proteinnya 18-50% dan kandungan lemak <18%, sedangkan dikatakan berpati jika kandungan patinya >50% dengan kandungan lemak dan protein <18%.

Komposisi kimia benih berhubungan dengan mutu daya simpannya. Di tempat terbuka, benih berpati dan berprotein mempunyai daya simpan lebih lama dibandingkan benih berlemak. Hasil penguraian lemak tak jenuh di dalam benih akan menghasilkan asam lemak bebas, lalu terurai menjadi radikal bebas yang akan merusak fungsi enzim di dalam proses metabolisme benih. Pada akhirnya benih cepat mengalami kemunduran.

g) Struktur benih

Struktur benih sangat berkaitan dengan sistem penyebaran benih (*seed dispersal*, misalnya dilengkapi sayap sehingga mudah menyebar) dan mempunyai fungsi sebagai pelindung (*protecting structure*) dari kerusakan fisik dan mekanik. Sistem pelindung ini bisa terkait dengan struktur fisik benih (bentuk dan ukuran), tetapi juga bisa terkait dengan berat benih.

Atas dasar ini, benih dikategorikan dalam lima kelompok yaitu :

- *weight protected seed* (benih yang dilindungi oleh beratnya yang ringan).
- *structure protected seed* (benih dilindungi oleh struktur fisiknya).

- *loose filled seed* (benih dilindungi oleh ruangan yang cukup longgar antara benih dan kulit buah).
- *naked fruit* (buah terbuka), serta
- *naked seed* (benih terbuka).

Berdasarkan kategori tersebut, padi tergolong *structure protected seed*, jagung tergolong *naked fruit*, kacang tanah tergolong *loose filled seed*, sedangkan kacang hijau dan kedelai tergolong *naked seed*.

Struktur benih berkaitan dengan mutu benih, yaitu semakin terbukanya struktur benih maka semakin tinggi nilai indeks kerusakannya. Hal ini berarti indeks kerusakan benih (*damage susceptibility index; DSI*) kedelai lebih tinggi dari benih jagung, DSI benih jagung lebih tinggi dari benih padi. Selain itu kombinasi antara komposisi kimia dan struktur benih dapat menduga tingkat kerusakan dan kemunduran benih seperti yang tertera pada tabel 1.

#### h) Tingkat kadar air benih

Kadar air benih merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap mutu benih. Kadar air benih sangat

berkait erat dengan mutu fisik, fisiologis, dan patologis. Proses panen dan perontokan yang dilakukan pada benih berkadar air tinggi akan mengakibatkan benih memar. Sebaliknya, jika terlalu kering, proses perontokan dapat mengakibatkan benih retak. Demikian pula dalam proses pengeringan, benih berkadar air tinggi yang dikeringkan dengan suhu tinggi (kecepatan pengeringan tinggi) dapat terjadi pengerasan pada kulit benih. Dalam kondisi ini, benih belum kering, tetapi tampak seolah-olah telah kering karena air di dalam benih tidak dapat diuapkan akibat kulit yang keras. Demikian juga, dengan pemberian bahan kimia pada beberapa jenis benih (seperti pemberian Ridomil pada benih jagung). Jika masih berkadar air tinggi, bahan kimia yang akan terabsorpsi benih melebihi batas aman sehingga dapat meracuni benih. Kadar air benih sangat berpengaruh pada penyimpanan. Pengaruh tersebut bisa bersifat langsung, yaitu berlangsungnya metabolisme benih, maupun tidak langsung, yakni memberikan kondisi yang optimum

Tabel 4.1 Indeks kerusakan dan kemunduran benih berkaitan dengan komposisi kimia dan struktur benih

Benih	Komposisi Kimia Benih		
	Benih Berlemak (DSI = 6)	Benih Berprotein (DSI = 3)	Benih Berpadu (DSI = 2)
1. Padi ( <i>structure protected seed</i> , DSI = 2)			4
2. Kacang tanah belum dikupas ( <i>loose filled seed</i> , DSI=3)	18		
3. Kacang tanah kupas ( <i>naked seed</i> , DSI=5)	30		
4. Jagung ( <i>naked fruit</i> , DSI=4)			8
5. Kedelai ( <i>naked seed</i> , DSI=5)	30		

Sumber: Potts, 1972

untuk perkembangbiakan hama dan penyakit. Kadar air yang tinggi menyebabkan laju respirasi benih menjadi tinggi sehingga sejumlah energi di dalam benih hilang. Respirasi tersebut juga menghasilkan produk yang tidak diperlukan, seperti gas karbondioksida, air, dan panas. Dalam keadaan seperti ini benih mengalami kemunduran. Produk respirasi tersebut selanjutnya merupakan stimulan untuk peningkatan laju respirasi berikutnya. Dengan demikian, lajur respirasi semakin meningkat dan akibatnya lajur kemunduran benih semakin meningkat pula. Selain stimulan terhadap laju kemunduran benih, produk respirasi tersebut juga merupakan kondisi optimum untuk perkembang-biakan cendawan. Cendawan akan aktif dan berkembang biak secara cepat pada tingkat kadar air benih 13-18%. Adapun hubungan kadar air dengan kondisi fisik dan fisiologis benih dapat dilihat pada tabel 4.2.

#### i) Dormansi benih

Dormansi benih merupakan kondisi benih yang tidak mampu berkecambah meski kondisi lingkungannya optimum untuk perkecambahan. Berbeda dengan dormansi adalah *quiescence*. *Quiescence* adalah kondisi benih yang tidak berkecambah karena tidak tersedia lingkungan yang optimum untuk perkecambahan.

Dormansi benih dibedakan menjadi dua, yaitu dormansi primer dan dormansi sekunder. Dormansi primer adalah sifat dormansi yang timbul karena sifat fisik dan fisiologis benih. Dormansi primer dibedakan menjadi *exogenous dormancy* dan *endogenous dormancy*. *Exogenous dormancy* umumnya terjadi karena sifat kulit benih. Kulit benih menjadi penghalang masuknya air dan atau gas kedalam benih dalam proses perkecambahan sehingga proses perkecambahan tidak terjadi. Selain itu kulit benih juga menjadi

penghalang munculnya kecambah (*radicle protusion*) pada proses perkecambahan. Tipe dormansi ini terjadi pada benih yang berkulit keras (*hardseed*), seperti pada benih legum. Dormansi ini dapat dipatahkan dengan memberi perlakuan terhadap kulit benih agar menjadi permeable (mudah dilalui) air dan gas, seperti pelukaan kulit dan perendaman dalam air panas.

*Endogenous dormancy* terjadi berkaitan dengan sifat internal (endogen) fisiologis benih, seperti kondisi embrio yang belum masak (*rudimentary embryo*) dan tidak seimbang komposisi zat pengatur tumbuh didalam embrio sehingga proses perkecambahan (terutama aktivasi enzim dan respirasi) terhambat dan akhirnya gagal berkecambah.

Tipe dormansi ini terjadi pada benih-benih yang mengalami *after ripening* (embrio masak setelah panen), seperti padi, dan benih-benih yang mengandung zat penghambat tumbuh (*growth inhibitor*), seperti tomat. Mematahkan tipe dormansi ini dengan pemberian zat perangsang tumbuh atau dengan pencucian agar

zat penghambat tumbuh dapat dibersihkan dari benih.

Dormansi sekunder adalah dormansi yang disebabkan oleh tidak tersedianya salah satu faktor yang berpengaruh bagi perkecambahan tertentu. Meski sifat dormansi sangat berkaitan dengan sifat genetik, tetapi dormansi benih (terutama dormansi sekunder) dapat pula disebabkan oleh faktor lingkungan dan atau faktor pengelolaan dalam proses produksi, pengolahan, dan penyimpanan benih. Kondisi iklim yang kering dan panas sangat kondusif untuk menghasilkan benih yang berkulit keras (*hardseed*).

Hubungan antara dormansi benih dan mutu benih terkait dengan mutu daya simpan benih. Benih dorman akibat kekerasan kulit benih secara umum diyakini memiliki daya simpan yang lebih panjang dibandingkan benih yang tidak memiliki sifat kulit benih keras. Namun demikian nilai positif dormansi benih ini menuntut penanganan yang tepat saat benih harus dikedambahkan karena dibutuhkan teknik pematangan dormansi yang tepat pula.

Tabel 4.2. Hubungan kadar air dengan kondisi fisik dan fisiologi benih

Kadar Air (%)	Kondisi Fisik dan Fisiologi Benih
30-80	Belum siap dipanen
18-40	Benih sudah masak fisiologis. Kecepatan respirasi benih relatif tinggi. Benih peka terhadap gangguan yang berasal dari lapangan. Benih peka terhadap hama, patogen, faktor fisik dan mekanik.
13-18	Laju respirasi benih masih tinggi. Benih peka terhadap serangan hama, patogen, faktor fisik dan mekanik.

10-13	Benih aman untuk disimpan selama 6-18 bulan. Benih masih peka terhadap beberapa serangga hama dan kerusakan mekanik.
8-10	Benih aman untuk disimpan selama 1-3 tahun. Benih cukup tahan terhadap serangan patogen, tetapi masih peka terhadap beberapa hama dan kerusakan mekanik.
4-8	Benih aman untuk disimpan dalam wadah tertutup dan kedap udara.
0-4	Benih terlalu kering sehingga kondisi benih dalam keadaan rusak.
33-66	Benih akan berkecambah setelah mengimbibisi air sampai kadar air benih 33-66%

#### 4.6 Pengujian Kesehatan Benih

Berbagai jenis cendawan, bakteri, nematoda dan virus dapat terbawa benih tanaman. Dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui kelompok cendawan merupakan mikro-organisme yang paling dominan berasosiasi dengan benih. Sebagian patogen terbawa benih dapat menimbulkan gangguan tidak saja di pertanaman, tetapi juga di tempat penyimpanan. Cendawan merupakan mikroorganisme utama yang sering menimbulkan gangguan di tempat penyimpanan. Kebanyakan patogen terbawa benih menjadi aktif segera setelah benih disebar atau disemai, tetapi sebagian patogen baru menunjukkan aktivitasnya yang ditunjukkan gejala tertentu setelah tanaman dewasa dan berproduksi. Patogen (lebih tepat disebut inokulum patogen) dapat terbawa benih tanaman dalam 3 cara. Pertama, patogen terbawa secara internal dan berada di dalam jaringan struktur kebanyakan tanaman seperti biji, dalam hal ini patogen bias berada di embrio, endosperm atau kulit biji. Kedua, patogen menempel pada permukaan benih. Dan ketiga,

patogen secara terpisah terbawa biji, dalam hal ini patogen bisa berada dalam sisa tanaman, butiran tanah atau dalam bentuk struktur tertentu.

Sebagai upaya untuk mencegah atau mengurangi risiko akibat gangguan penyakit atau patogen terbawa benih, maka perlu dilakukan pemeriksaan atau pengujian kesehatan benih sebelum benih disimpan ataupun sebelum ditanam. Metode pengujian kesehatan benih yang digunakan sangat tergantung pada jenis benih dan jenis patogen yang mungkin terbawa benih. Penentuan metode tersebut dimaksudkan agar deteksi dan identifikasi patogen terbawa benih dapat dilakukan dengan mudah dan akurat. Hal tersebut berarti untuk pengujian suatu contoh benih dapat digunakan lebih dari satu metode pengujian kesehatan benih. Berbagai macam cara pengujian kesehatan benih untuk mendeteksi mikroorganisme atau patogen terbawa benih dapat dikelompokkan menjadi :

##### a. Pengamatan Secara Visual terhadap Benih Kering

Pengujian kesehatan benih dengan metode pengamatan benih

kering dapat dilakukan secara cepat untuk mendapatkan informasi awal tentang penampakan atau status kesehatan benih. Tetapi metode ini hanya mendeteksi cendawan yang ada di permukaan benih atau tercampur bersama benih serta kondisi fisik benih saja. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi patogen yang menyebabkan gejala khas pada benih misalnya disklorisasi atau perubahan warna pada kulit benih, perubahan ukuran, dan bentuk benih. Metode ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi patogen yang menghasilkan struktur tubuh buah yang dapat dilihat secara visual pada benih atau tercampur pada benih.

Sebagai tambahan metode ini berguna untuk mengetahui adanya serangan/infestasi serangga benih atau kerusakan benih atau melihat adanya perlakuan benih dengan pestisida. Metode ini berkaitan langsung dengan kegiatan analisis kemurnian benih (purity), yaitu apakah benih tercampur dengan benda-benda dan benih lainnya dalam proses pemberian sertifikasi benih.

Berdasarkan peraturan Internasional Seed Testing Association (ISTA) benda-benda tercampur benih antara lain butiran tanah, pasir, batu, sisa tanaman, puru nematoda, maupun tubuh buah cendawan seperti sklerotia, smut/ bunt (yaitu butiran benih yang telah terisi struktur cendawan). Unsur-unsur yang tercampur dengan benih tersebut sangat potensial dalam perkembangan dan penyebaran suatu patogen, karena berbagai cendawan mampu bertahan pada sisa-sisa

tanaman atau butiran-butiran tanah. Benih yang mengalami diskolorasi maupun yang mengandung patogen infeksi tidak dicantumkan dalam analisis kemurnian benih, oleh karena itu perlu ada kerjasama dari petugas yang menangani kemurnian benih dengan petugas yang menangani kesehatan benih sebelum menerbitkan sertifikat benih.

Prosedur :  
Metode ini bersifat kualitatif, sehingga tidak ada standar dalam jumlah contoh benih tertentu yang digunakan dalam pengujian.

### c. Metode Pencucian Benih

Metode pencucian benih terutama dilakukan untuk mendeteksi cendawan yang membentuk struktur di permukaan benih. Pengujian dapat dilakukan secara cepat dan mudah, namun pengujian dengan cara ini memiliki keterbatasan karena cendawan yang berada di dalam jaringan benih tidak dapat diketahui atau terdeteksi. Hasil pengujian tersebut tidak dapat menggambarkan tingkat infeksi dan infestasi patogen pada benih.

Sebagaimana pengamatan secara visual terhadap benih kering, dalam metode pencucian benih tidak ada standar dalam jumlah benih yang diuji. Prosedur yang biasa digunakan di berbagai laboratorium adalah sebagai berikut :

Prosedur pencucian benih adalah sebagai berikut: Sebanyak 50 gr benih (dari 1 kg benih contoh) dimasukkan ke dalam gelas Erlenmeyer kemudian ditambahkan

100 ml air steril. Untuk memudahkan peluruhan struktur cendawan dari permukaan benih sering ditambahkan 1 tetes Twin 20. Benih tersebut dikocok selama 5 menit (dengan shaker) selanjutnya disaring dengan kain kasa. Air hasil pencucian dimasukan dalam tabung sentri-fugasi dan kemudian disentrifugasi pada kecepatan 1500–2000 rpm selama 3 menit. Sedimen yang terbentuk dipisahkan dengan air dengan cara membuang air tersebut menggunakan pipet.

Selanjutnya dilakukan pengamatan mikroskopis; sebanyak 1 ml lactofenol ditambahkan pada sedimen dalam tabung dan dicampur hingga merata. Dengan menggunakan pipet, campuran sedimen diteteskan pada gelas objek dan ditutup dengan gelas penutup dan selanjutnya dilakukan pengamatan di bawah mikroskop dengan pembesaran 100–400 kali untuk melihat struktur cendawan. Bila pendekatan kuantitatif diperlukan, maka pengamatan dapat menggunakan haemocytometer untuk mengetahui kepadatan inokulum (cendawan) per satuan berat benih.

#### **d. Metode Inkubasi**

Prinsip pengujian benih dengan metode inkubasi adalah memberikan kondisi tumbuh yang optimal bagi mikroorganisme terbawa benih, baik yang ada di permukaan ataupun yang ada di dalam jaringan benih. Dengan cara tersebut maka mikro-organisme/ patogen terbawa benih, terutama cendawan dan bakteri dapat terdeteksi dengan mengamati karakteristik pertumbuhan dan struktur

cendawan. Pengujian kesehatan benih dengan metode inkubasi yang sering dilakukan adalah pengujian dengan media kertas (Blotter-test), dan pengujian pada media agar.

Metode Inkubasi dengan Media Kertas (Blotter-Test) Metode Blotter adalah salah satu dari metode inkubasi, yaitu benih ditumbuhkan pada kertas saring basah, diinkubasikan selama 7 hari dengan penyinaran lampu ultra violet selama 12 jam terang dan selama 12 jam kondisi gelap secara bergantian. Benih yang diinkubasi tersebut diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 50–60 kali untuk melihat pertumbuhan cendawan.

Cendawan yang tumbuh diamati dan didekteksi berdasarkan karakteristik keberadaan tumbuhnya seperti tubuh buah, konidia yang muncul dari konidiofor (tangkai konidia), spora dengan massa sporanya, sporodokium dan aservulus, piknidiospora dan lam piknidia, dan askospora dalam peritesia.

#### **1) Metode inkubasi dengan media kertas saring**

Sebanyak 400 benih diletakkan dalam cawan petri berdiameter 9 cm. Jumlah benih per cawan petri 10 atau 25 tergantung dari ukuran benih. Tiap cawan petri diberi label nomor benih dan tanggal pengujian. Sebelum benih diletakkan, cawan dialasi dengan 2 lapis kertas saring yang telah dicelupkan ke dalam air bersih. Usahakan jangan terlalu banyak air (tidak tergenang). Letakan benih satu

per satu dengan menggunakan pinset seperti Gambar 2.

Selanjutnya benih diinkubasi pada suhu kamar dengan penyinaran lampu ultra violet 12 jam terang dan 12 jam gelap secara bergantian selama 7 hari. Pada hari ke-8 dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop stereo. Pada tiap benih diamati karakteristik pertumbuhan berbagai cendawan yang tumbuh. Kadang-kadang sangat sulit mengidentifikasi cendawan melalui pengamatan karakteristik pertumbuhan cendawan, oleh karena itu dibuat preparat dari cendawan tersebut dan diamati dengan bantuan mikroskop compoun dan kunci identifikasi. Jika suatu cendawan telah teridentifikasi, dituliskan kode cendawan pada kertas blotter didekat cendawan yang bersangkutan. Jumlah benih yang terinfeksi suatu cendawan dihitung sebagai tingkat infeksi cendawan pada contoh benih yang diuji.

### 2) Metode inkubasi dengan media kertas dengan pendinginan

Sebanyak 400 benih diletakkan dalam cawan petri yang telah dialasi kertas saring seperti pada metode inkubasi dengan kertas standar. Benih diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang dengan penyinaran lampu ultra violet 12 jam terang dan 12 jam gelap. Pada hari ke-2 benih disimpan pada suhu  $-20^{\circ}$  C selama 24 jam. Tujuan perlakuan pendinginan tersebut adalah untuk menghambat atau menekan perkecambahan benih. Hal ini disebabkan sering perkecambahan benih menyulitkan

secara teknis dalam pengamatan sehingga informasi menjadi bias.

Setelah diberi perlakuan dingin kemudian benih diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang dengan penyinaran lampu ultra violet 12 jam terang dan 12 jam gelap secara bergantian.

Pada hari ke-8 benih diamati seperti prosedur pengamatan metode inkubasi dengan media kertas standar.

### 3) Metode inkubasi pada media agar

Dalam metode media agar inokulum terbawa benih, dideteksi berdasarkan karakteristik koloni pada media agar yang berkembang dari benih. Secara umum prinsipnya sama dengan prinsip dari pengujian dengan media kertas. Dalam beberapa hal metode ini memiliki kelebihan, yaitu memberikan informasi relatif lebih cepat dan cukup menggambarkan status kesehatan benih dibandingkan dengan metode media kertas, karena ketersediaan nutrisi pada media agar memungkinkan cendawan atau bakteri tumbuh dan berkembang secara lebih baik dan lebih cepat sehingga memudahkan dalam pengamatan. Biasanya cendawan atau bakteri akan membentuk koloni yang khas pada media agar.

Dalam pelaksanaan pengujian dengan media agar memerlukan persiapan yang lebih lama, relatif rumit dan mahal, terutama bila menggunakan media spesifik. Sering terjadi kesulitan dalam pengamatan karena pertumbuhan koloni cendawan atau bakteri menjadi berbeda atau berubah bila menggunakan media

tumbuh yang berbeda dengan waktu yang berbeda pula. Kesulitan lain pada waktu pengamatan adalah pertumbuhan cendawan bukan sasaran (cendawan saprofit) tumbuh lebih ekstensif sehingga menekan pertumbuhan cendawan patogen yang menjadi sasaran pengamatan. Untuk keperluan pengujian dengan media agar digunakan berbagai jenis media tumbuh seperti PDA dan media semi selektif atau selektif seperti Czapek, Media BSC, Media Komada, dan lain-lain.

Prosedur metode inkubasi pada media agar adalah sebagai berikut: Media agar steril disiapkan dalam cawan petri steril. Sebanyak 400 benih dari satu contoh benih diberi perlakuan sterilisasi permukaan dengan NaOCL 1 % selama 3 menit. Kemudian benih ditiriskan pada kertas saring steril. Dalam banyak kasus, perlakuan sterilisasi pada permukaan benih tidak dilakukan.

Benih diletakkan pada media agar dalam cawan petri. Tiap cawan ditanami 10 butir benih. Pekerjaan penanaman benih tersebut dilakukan secara aseptik, yaitu membersihkan tempat dan alat kerja dengan bahan aseptik seperti alkohol 70 %. Benih diinkubasi pada suhu kamar selama 7 hari dengan penyinaran lampu ultra violet 12 jam terang dan 12 jam gelap secara bergantian.

Pengamatan dilakukan pada hari ke-8 tetapi sering pula dilakukan mulai hari ke-4, karena koloni cendawan sudah mulai tampak. Hal yang diamati adalah karakteristik koloni dan struktur cendawan. Untuk bakteri bahkan pengamatan sudah dapat dilakukan pada hari ke-2 atau ke-3.

#### e. Uji Gejala pada Bibit/Kecambah

Patogen dapat menghasilkan gejala pada bibit/kecambah baik pada akar, kotiledon, atau hipokotil. Benih yang terinfeksi pada kondisi yang menguntungkan dapat menghasilkan gejala pada bibit sama dengan gejala di lapangan, sehingga metode ini dapat digunakan untuk mendapatkan informasi yang mewakili penampakan di lapangan. Sejumlah cendawan, bakteri dan virus terbawa benih sering menghasilkan gejala infeksi atau serangan pada kecambah atau bibit tanaman. Gejala terjadi pada akar, batang, daun atau seluruh bagian kecambah atau bibit tanaman. Pada berbagai kejadian inokulum cendawan terbawa benih menyebabkan kematian pada tanaman atau kecambah.

Beberapa kelompok cendawan terbawa benih yang sering menyebabkan penyakit pada kecambah atau bibit antara lain *Alternaria*, *Ascochyta*, *Colletotrichum*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Macrophomina*. Sedangkan kelompok bakteri yang sering menunjukkan gejala pada kecambah antara lain *Pseudomonas* spp. Media tumbuh yang digunakan untuk pengujian gejala pada bibit/kecambah adalah media pasir, bata merah, campuran pasir dan tanah serta media buatan seperti agar air. Pengujian kesehatan benih dengan gejala bibit/kecambah mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan metode yang lain.

Pengujian dengan cara ini dapat mengamati penularan (transmisi) patogen dari benih ke tanaman dari satu fase ke fase pertumbuhan

tanaman. Beberapa patogen tidak mudah dideteksi dengan metode lain karena serangan patogen tersebut yang bersifat laten. Sehingga diperlukan fase tertentu pertumbuhan tanaman agar gejala dan perkembangan patogen dapat dideteksi. Metode ini sangat bermanfaat untuk pengujian contoh benih yang jumlahnya terbatas seperti benih hasil pemuliaan pada tahap tertentu dan juga bermanfaat untuk tujuan karantina. Pengujian gejala bibit/kecambah dapat digunakan untuk evaluasi efektivitas perlakuan benih, baik dengan kimia maupun secara fisik.

Prosedur pengujian dengan metode media agar cair adalah sebagai berikut: Dengan media agar air (water agar) dilakukan dengan cara sebagai berikut. Tuangkan 10 ml agar air ke dalam tabung reaksi ukuran 160x16 mm kemudian tutup dengan kapas dan selanjutnya disterilisasi pada temperatur 121o C selama 15 menit. Sebutir benih ditanam pada media agar air steril. Sebelum dan sesudah penanaman, tabung tetap tertutup dengan kapas. Penanaman dikerjakan secara aseptik. Tabung reaksi yang berisi media agar air dan benih kemudian diletakkan pada rak tabung reaksi dan diinkubasikan sampai 14 hari pada temperatur ruang dengan penyinaran lampu ultra violet. Setelah masa inkubasi diamati gejala yang timbul, koloni cendawan dan struktur cendawan. Pengamatan sebenarnya bisa dilakukan selama masa inkubasi.

#### f. Uji Serologi

Uji ELISA (Enzyme-Linked Immuno-sorbent Assays) adalah pengujian serologi terutama digunakan untuk mendeteksi bakteri dan virus terbawa benih. Prinsip pengujian tersebut adalah reaksi in vitro antara antigen dan antibodi. Dalam pengujian cara ini sangat tergantung kepada ketersediaan sejumlah antibodi yang spesifik untuk patogen sasaran. Uji ELISA sebagai salah satu metode serologi untuk mendeteksi virus sering digunakan karena metode tersebut sederhana, mudah dilakukan, cepat, sensitif, akurat, dan dapat digunakan untuk menguji sampel dalam jumlah besar. Metode tersebut berdasarkan pada konjugasi antara virus- antibodi dan enzim, dengan menambahkan substrat pewarna maka adanya konjugasi tersebut dapat diperlihatkan.

Dalam uji ELISA ada beberapa cara yang digunakan yaitu indirect ELISA, double antibody sandwich ELISA (DAS ELISA), DAS ELISA protocol, F (ab')<sub>2</sub> indirect ELISA dan F (ab')<sub>2</sub> ELISA protocol, tetapi yang banyak digunakan adalah metode indirect ELISA dan double antibody sandwich ELISA (DAS ELISA). Dalam indirect ELISA uji didasarkan pada adanya ikatan enzim dengan molekul antibody yang dapat dideteksi oleh antiviral immunoglobulin. Sedangkan pada DAS ELISA, virus diikat oleh antibody spesifik yang kemudian bereaksi lagi dengan *antibody* spesifik yang telah diikat oleh enzim.

Dari segi praktikal indirect ELISA lebih sederhana dan lebih cepat karena dalam indirect ELISA tidak

melalui prosedur pemurnian virus, mempersiapkan stock gamma-globulin (IgG), dan melakukan konjugasi enzim-immuno-globulin.

Prosedur uji serologi adalah sebagai berikut: Antigen (ekstrak tanaman yang diuji) harus dipersiapkan terlebih dahulu (Persiapan kontrol) yaitu ekstrak tanaman sehat dan suspensi tanaman yang positif terinfeksi virus dalam antigen buffer dengan pengenceran 1/50. Buat ekstrak antigen dengan cara menggerus jaringan tanaman yang akan diuji kemudian diencerkan dengan antigen buffer dengan pengenceran 1/9. Masukkan antigen tersebut sebanyak 100 µl pada setiap lubang plate ELISA.

Tutup plate ELISA dengan plastik tipis dan diinkubasikan selama 1 jam pada suhu tumbuh 37°C atau semalaman pada suhu kamar.

*Primary (specific antiserum)* harus disiapkan terlebih dahulu. Selama inkubasi (atau sebelum uji dimulai) dapat dilakukan cross-adsorption antiserum dengan jaringan sehat dengan cara sebagai berikut. Jaringan sehat dihancurkan dalam serum buffer dengan pengenceran 1/20. Suspensi disaring dengan menggunakan kain kasa. Encerkan anti-serum sesuai anjuran dalam suspensi tersebut. Aduk sampai rata dan inkubasi selama 45 menit pada suhu 37°C.

Pencucian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Kosongkan plate ELISA. Cuci plate ELISA dengan PBS Tween, rendam selama 3 menit dengan PBS Tween, ulangi sampai 4 kali cucian. Keringkan dengan kertas tissue. Masukkan

primary antiserum 100 µl setiap lubang plate ELISA. Inkubasikan plate tersebut selama 1 jam pada suhu 37°C.

*Secondary antiserum (conjugate)* harus disiapkan setelah *primary antiserum* yaitu dengan cara: Kosongkan plate ELISA dan cuci dengan cara seperti di atas. Masukkan konjugasi antibody-Alkaline phosphatase (tersedia secara komersial sebagai SWAREC = Swine antirabbit enzyme conjugate) pada pengenceran 1/1000-1/2000 dalam serum buffer. Inkubasikan selama 1 jam pada suhu 37°C.

Substrat dibuat setelah antiserum siap untuk digunakan. Metoda pembuatan substrat adalah sebagai berikut: Kosongkan plate ELISA dan cuci sebagaimana di atas. Buat larutan substrat dari 1 tablet p-nitrophenyl (PNPP), (tersedia secara komersial) dalam 10-15 ml diethanolamine buffer (DIEAB). Masukkan substrat tersebut 100 µl per lubang. Inkubasikan selama 30 menit pada suhu kamar. Reaksi positif yaitu apabila terjadi perubahan warna menjadi kuning.

Baca nilai absorban ultra violet dengan menggunakan alat spektrofotometer. Untuk menghentikan reaksi dapat dilakukan dengan menambah setetes 3 N NaOH pada tiap lubang.

Cara Pembuatan Buffer untuk Indirect ELISA :

PBS (Phosphate Buffered Saline) :

- a. 0,05 M KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub> / Na<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub> + 8,5 g Na Cl/l
- b. pH 7,2

Antigen buffer:

- i. PBS + 0,01 M NaDIECA.

PBS Tween (untuk mencuci)

- 1 liter PBS Tween
- 0,2 g KCl.
- 0,5 ml Tween 20

Serum buffer :

- 1 liter PBS Tween
- 20 g Polyvinylpyrrolidone (2 %) (MW = 25.000)
- 2 g Ovalbumin (0,2 %)

Substrate – Buffer : DIEAB :  
Diethanolamine Buffer.

- 100 ml diethanolamine (C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>).
- 200 ml deionized H<sub>2</sub>O
- 24 ml 5 N Hcl
- buat suspensi dalam deionized H<sub>2</sub>O sampai mencapai volume 1000 ml.

#### g. Uji Tanaman Indikator

Pengujian dengan tanaman indikator digunakan terutama untuk mendeteksi virus dan bakteri terbawa benih. Prinsip pengujiannya adalah reaksi dari tanaman indikator terhadap ekstrak/sap dari biji yang diinokulasikan pada tanaman indikator tersebut. Reaksi yang terjadi adalah berupa gejala lokal pada daun tanaman indikator.

- Uji dengan Teknologi Biomolekuler

Teknik biomolekuler sudah mulai digunakan dalam pengujian kesehatan benih. Teknik biomolekuler yang diaplikasikan dalam pengujian

kesehatan benih adalah Polymerase chain reaction (PCR). Teknik PCR mempunyai tingkat ketelitian yang sangat tinggi dan dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat. Tetapi penggunaan teknik PCR untuk pengujian rutin kesehatan benih masih terlalu mahal dalam hal bahan, peralatan dan tenaga pelaksana.

#### 4.7 Prosedur Memproduksi Benih Bersertifikat

Seorang penangkar benih bersertifikat perlu memiliki pengetahuan yang cukup tentang cara memproduksi benih bermutu dan cara menyimpan benih. Hal berikutnya adalah penguasaan pengolahan benih, tanah, dan gudang penyimpanan, serta sikap jujur dan bersedia selalu mematuhi peraturan/ ketentuan perbenihan yang berlaku.

Prosedur untuk mendapatkan sertifikat dimulai dari permohonan sertifikasi, pengajuan pemeriksaan pendahuluan, pemeriksaan lapang, pemeriksaan alat-alat panen dan pengolahan, pengambilan sampel benih, dan pengajuan pemasangan label sertifikat.

##### a. Permohonan sertifikasi

Untuk menghasilkan benih bersertifikat, dimulai dari pengajuan permohonan sertifikasi kepada BPSB setempat yang dilakukan paling lambat satu bulan sebelum tebar (tanam) dengan mengisi formulir. Formulir isian mencakup tentang nama dan alamat pemohon (penangkar), letak areal, asal benih sumber, rencana penanaman, sejarah

lapangan, dan isolasi (jarak/waktu) yang dilakukan. Setelah diisi, formulir diserahkan dengan dilampirkan label benih (kelas dan benih sumber) yang akan digunakan dan denah situasi lapangan.

**b. Permohonan pemeriksaan lapangan pendahuluan**

Penangkar menyampaikan pemberitahuan siap untuk diperiksa lapangan pendahuluan kepada BPSB setempat paling lambat 10 hari sebelum tanam atau seminggu sebelum pemeriksaan lapangan. Dalam pemeriksaan ini, pengawas BPSB akan menguji kebenaran data lapangan yang diajukan penangkar seperti dalam surat permohonan sertifikasi. Jika data lapangan menunjukkan kesesuaian maka lahan penangkar tersebut telah syah dinyatakan sebagai lahan produksi benih bersertifikat.

**c. Permohonan pemeriksaan fase vegetatif**

Pemeriksaan lapangan pertama dilakukan saat tanaman dalam fase pertumbuhan vegetatif atau sekitar 30 hari setelah tanam. Pengajuan permohonan pemeriksaan diajukan kepada BPSB paling lambat 7 hari sebelum pemeriksaan, pemeriksaan akan dilakukan terhadap keberadaan campuran varietas lain (CVL). Nilai standar CVL berbeda untuk setiap jenis tanaman dan kelas benih yang diproduksi. Semakin tinggi kelas benih, semakin ketat standarnya.

Sebelum pengawas BPSB memeriksa, penangkar benih

sebaiknya melakukan roguing agar standar lapang benih bersertifikat terpenuhi. Jika hasil pemeriksaan oleh pengawas BPSB menyatakan lulus, lahan tersebut dapat diteruskan untuk proses sertifikasi selanjutnya. Jika lahan dinyatakan tidak lulus maka penangkar diwajibkan melakukan roguing ulang, dan selanjutnya mengajukan pemeriksaan ulangan. Pemeriksaan ulang hanya dapat dilakukan satu kali. Jika hasil pemeriksaan ulang lahan dinyatakan tidak lulus, maka lahan tersebut gagal untuk dijadikan areal produksi benih karena kemurniannya tidak dapat dipertanggung-jawabkan, dan hanya diperbolehkan untuk produksi non-benih.

**d. Permohonan pemeriksaan lapangan fase generatif**

Pemeriksaan lapangan fase generatif hanya dilakukan bila telah lulus pada tahapan pemeriksaan sebelumnya. Pengajuan permohonan pemeriksaan lapangan fase generatif (saat berbunga) dilakukan satu minggu sebelum pemeriksaan dilakukan. Dalam pemeriksaan ini juga diamati keberadaan dari CVL dengan pengamatan pada organ reproduktif, seperti warna dan bentuk bunga, serta saat pembungaan. Seperti pada pengawasan lapangan fase vegetatif, penangkar benih diberi kesempatan untuk melakukan pengawasan ulang jika hasil pemeriksaan dinyatakan tidak lulus. Pemeriksaan ulang pun hanya diberikan satu kali.

**e. Permohonan pemeriksaan fase menjelang panen**

Pemeriksaan fase menjelang panen dilakukan bila telah lulus pemeriksaan lapang sebelumnya. Pemeriksaan dilakukan satu pekan sebelum panen (menjelang masak fisiologis). Permohonan pemeriksaan diajukan satu minggu sebelum pemeriksaan dilakukan. Hal-hal yang diperiksa pada pemeriksaan ini meliputi komponen buah dan benih, seperti warna dan bentuk benih. Tidak seperti pada pemeriksaan sebelumnya, pada pemeriksaan ini tidak dilakukan pemeriksaan ulang. Artinya, jika lahan dinyatakan tidak lulus maka secara langsung benih yang dihasilkan di lahan tersebut tidak dapat dijadikan sebagai benih bersertifikat.

**f. Permohonan pemeriksaan alat-alat panen dan pengolahan benih**

Selain benih, alat-alat panen dan pengolahan benih pun dilakukan pemeriksaan. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk memastikan bahwa peralatan yang digunakan dalam panen dan pengolahan benih tidak membawa sumber kontaminan, seperti varietas lain. Pengajuan pemeriksaan alat-alat panen dan pengolahan benih dilakukan paling lambat satu minggu sebelum panen atau bersamaan dengan pemeriksaan lapangan fase menjelang panen. Hal yang dilakukan pengawas BPSB dalam pemeriksaan ini adalah menjalankan (menghidupkan) semua alat pengolahan benih sehingga sisa-

sisa kotoran dan benih dari proses pengolahan benih sebelumnya dapat keluar dan alat dapat dibersihkan.

**g. Pengawasan pengolahan benih**

Pengawasan pengolahan benih tidak diajukan oleh penangkar benih, tetapi merupakan pengawasan langsung oleh petugas BPSB secara periodik selama masa pengolahan benih dengan waktu yang tidak diberitahukan kepada penangkar. Tujuan dari pengawasan ini adalah memastikan bahwa selama dalam pengolahan tidak terjadi kecurangan-kecurangan yang dilakukan penangkar, misalnya mencampurkan benih yang lulus lapangan dengan benih kedaluwarsa atau benih tidak lulus lapangan. Jika didapatkan penangkar yang melakukan kecurangan maka proses sertifikasi dapat dihentikan.

**h. Permohonan pengambilan contoh benih**

Prosedur selanjutnya adalah permohonan pengambilan contoh benih guna pengujian di laboratorium analisis mutu benih BPSB. Pengambilan contoh benih oleh pengawas BPSB dilakukan setelah pengolahan benih. Permohonan oleh penangkar dilakukan 1 minggu sebelum pengawasan dilakukan. Sebelum dilakukan pengambilan contoh benih, penangkar diwajibkan telah menempatkan dan mengemas benih secara tepat. Benih telah dikemas dengan kemasan curah (belum dikemas dengan kemasan pemasaran) dan dikelompokkan

berdasarkan lot yang tepat, misalnya berdasarkan tanggal panen yang sama dari varietas yang sama. Lot benih ditempatkan sedemikian rupa sehingga setiap wadah benih berpeluang sama untuk diambil contoh benihnya. Pengawas dapat membatalkan pengambilan contoh benih jika diindikasikan adanya kelompok benih yang mencurigakan atau susunan penempatan benih tidak memungkinkan semua wadah diambil contoh benihnya.

**i. Permohonan pengawasan pemasangan label sertifikat**

Prosedur akhir dari proses pembuatan benih bersertifikat adalah pengawasan pemasangan label sertifikasi. Jika dalam pengujian laboratorium, benih penangkaran dinyatakan lulus maka selanjutnya penangkar mengajukan pengawasan pemasangan label sertifikat pada benih-benih yang akan dikemas dengan ukuran tertentu (sesuai kebutuhan pasar).

Dalam pengajuan ini, penangkar memohon nomor seri label sertifikasi dengan mencantumkan jumlah segel (seal) dan label sertifikasi yang diperlukan, nomor pengujian, nomor kelompok benih yang bersangkutan, jenis, varietas, jumlah wadah, berat bersih tiap wadah, nama dan alamat produsen. Adapun isi label akan meliputi hasil-hasil pengujian laboratorium yang terdiri dari nilai kadar air benih, kemurnian, daya tumbuh benih, sertak andungan kotoran dan campuran varietas lain, selain identitas lain

sesuai yang diajukan penangkar benih.

**j. Permohonan pelabelan ulang**

Benih bersertifikat telah mendekati atau habis masa edarnya dan akan diedarkan kembali harus dilakukan pengujian dan pelabelan ulang. Produsen benih bersertifikat wajib mengajukan pengambilan contoh benih, mengujikannya dan kemudian me-masang label ulangan pada kemasan benihnya. Prosedur dan pe-laksanaan dari pelabelan ulang sama seperti pada prosedur pengambilan contoh dan pengawasan pemasangan label sebelumnya. Pengajuan pelabelan ulang dilakukan satu bulan sebelum masa edar benih bersertifikat berakhir. Pada kemasan benih, dicantumkan data analisis mutu benih terbaru dan dicantumkan pula kode LU yang berarti Label Ulang.

Dormansi sekunder adalah dormansi yang disebabkan oleh tidak tersedianya salah satu faktor yang berpengaruh bagi perkecambahan tertentu. Meski sifat dormansi sangat berkaitan dengan sifat genetik, tetapi dormansi benih (terutama dormansi sekunder) dapat pula disebabkan oleh faktor lingkungan dan atau faktor pengelolaan dalam proses produksi, pengolahan, dan penyimpanan benih. Kondisi iklim yang kering dan panas sangat kondusif untuk menghasilkan benih yang berkulit keras (*hardseed*).

Hubungan antara dormansi benih dan mutu benih berkair dengan mutu daya simpan benih. Benih dorman akibat kekerasan kulit benih secara umum diyakini memiliki daya simpan yang lebih panjang dibandingkan

benih yang tidak memiliki sifat kulit benih keras. Namun demikian nilai positif dormansi benih ini menuntut penanganan yang tepat saat benih harus dicekambahkan karena dibutuhkan teknik pematangan dormansi yang tepat pula.

#### **4.8 Pengujian Kesehatan Benih**

Berbagai jenis cendawan, bakteri, nematoda dan virus dapat terbawa benih tanaman. Dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui kelompok cendawan merupakan mikro-organisme yang paling dominan berasosiasi dengan benih. Sebagian patogen terbawa benih dapat menimbulkan gangguan tidak saja di pertanaman, tetapi juga di tempat penyimpanan. Cendawan merupakan mikro-organisme utama yang sering menimbulkan gangguan di tempat penyimpanan. Kebanyakan patogen terbawa benih menjadi aktif segera setelah benih disebar atau disemai, tetapi sebagian patogen baru menunjukkan aktivitasnya yang ditunjukkan gejala tertentu setelah tanaman dewasa dan berproduksi. Patogen (lebih tepat disebut inokulum patogen) dapat terbawa benih tanaman dalam 3 cara. Pertama patogen terbawa secara internal dan berada di dalam jaringan struktur kebanyakan tanaman seperti biji, dalam hal ini patogen bias berada di embrio, endosperm atau kulit biji. Kedua, patogen menempel pada permukaan benih. Dan ketiga, patogen secara terpisah terbawa biji, dalam hal ini patogen bisa berada dalam sisa tanaman, butiran tanah atau dalam bentuk struktur tertentu.

Sebagai upaya untuk mencegah atau mengurangi risiko akibat gangguan penyakit atau patogen terbawa benih, maka perlu dilakukan pemeriksaan atau pengujian kesehatan benih sebelum benih disimpan ataupun sebelum ditanam. Metode pengujian kesehatan benih yang digunakan sangat tergantung pada jenis benih dan jenis patogen yang mungkin terbawa benih. Penentuan metode tersebut dimaksudkan agar deteksi dan identifikasi patogen terbawa benih dapat dilakukan dengan mudah dan akurat. Hal tersebut berarti untuk pengujian suatu contoh benih dapat digunakan lebih dari satu metode pengujian kesehatan benih. Berbagai macam cara pengujian kesehatan benih untuk mendeteksi mikro-organisme atau patogen terbawa benih dapat dikelompokkan menjadi :

##### **a. Pengamatan Secara Visual terhadap Benih Kering**

Pengujian kesehatan benih dengan metode pengamatan benih kering dapat dilakukan secara cepat untuk mendapatkan informasi awal tentang penampakan atau status kesehatan benih. Tetapi metode ini hanya mendeteksi cendawan yang ada di permukaan benih atau tercampur bersama benih serta kondisi fisik benih saja. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi patogen yang menyebabkan gejala khas pada benih misalnya disklorisasi atau perubahan warna pada kulit benih, perubahan ukuran, dan bentuk benih. Metode ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi patogen

yang menghasilkan struktur tubuh buah yang dapat dilihat secara visual pada benih atau tercampur pada benih.

Sebagai tambahan metode ini berguna untuk mengetahui adanya serangan/infestasi serangga benih atau kerusakan benih atau melihat adanya perlakuan benih dengan pestisida. Metode ini berkaitan langsung dengan kegiatan analisis kemurnian benih (purity), yaitu apakah benih tercampur dengan benda-benda dan benih lainnya dalam proses pemberian sertifikasi benih.

Berdasarkan peraturan Internasional Seed Testing Association (ISTA) benda-benda tercampur benih antara lain butiran tanah, pasir, batu, sisa tanaman, puru nematoda, maupun tubuh buah cendawan seperti sklerotia, smut/ bunt (yaitu butiran benih yang telah terisi struktur cendawan). Unsur-unsur yang tercampur dengan benih tersebut sangat potensial dalam perkembangan dan penyebaran suatu patogen, karena berbagai cendawan mampu bertahan pada sisa-sisa tanaman atau butiran-butiran tanah. Benih yang mengalami diskolorasi maupun yang mengandung patogen infeksi tidak dicantumkan dalam analisis kemurnian benih, oleh karena itu perlu ada kerjasama dari petugas yang menangani kemurnian benih dengan petugas yang menangani kesehatan benih sebelum menerbitkan sertifikat benih.

Prosedur :  
Metode ini bersifat kualitatif, sehingga tidak ada standar dalam jumlah

contoh benih tertentu yang digunakan dalam pengujian.

#### **b. Metode Pencucian Benih**

Metode pencucian benih terutama dilakukan untuk mendeteksi cendawan yang membentuk struktur di permukaan benih. Pengujian dapat dilakukan secara cepat dan mudah, namun pengujian dengan cara ini memiliki keterbatasan karena cendawan yang berada di dalam jaringan benih tidak dapat diketahui atau terdeteksi. Hasil pengujian tersebut tidak dapat menggambarkan tingkat infeksi dan infestasi patogen pada benih.

Sebagaimana pengamatan secara visual terhadap benih kering, dalam metode pencucian benih tidak ada standar dalam jumlah benih yang diuji. Prosedur yang biasa digunakan di berbagai laboratorium adalah sebagai berikut :

Prosedur pencucian benih adalah sebagai berikut: Sebanyak 50 gr benih (dari 1 kg benih contoh) dimasukkan ke dalam gelas Erlenmeyer kemudian ditambahkan 100 ml air steril. Untuk memudahkan peluruhan struktur cendawan dari permukaan benih sering ditambahkan 1 tetes Twin 20. Benih tersebut dikocok selama 5 menit (dengan shaker) selanjutnya disaring dengan kain kasa. Air hasil pencucian dimasukkan dalam tabung sentrifugasi dan kemudian disentrifugasi pada kecepatan 1500–2000 rpm selama 3 menit. Sedimen yang terbentuk dipisahkan dengan air dengan cara membuang air tersebut menggunakan pipet.

Selanjutnya dilakukan pengamatan mikroskopis; sebanyak 1 ml lactofenol ditambahkan pada sedimen dalam tabung dan dicampur hingga merata. Dengan menggunakan pipet, campuran sedimen diteteskan pada gelas objek dan ditutup dengan gelas penutup dan selanjutnya dilakukan pengamatan di bawah mikroskop dengan pembesaran 100–400 kali untuk melihat struktur cendawan. Bila pendekatan kuantitatif diperlukan, maka pengamatan dapat dilakukan dengan menggunakan haemocytometer untuk mengetahui kepadatan inokulum (cendawan) per satuan berat benih.

### c. Metode Inkubasi

Prinsip pengujian benih dengan metode inkubasi adalah memberikan kondisi tumbuh yang optimal bagi mikroorganisme terbawa benih, baik yang ada di permukaan ataupun yang ada di dalam jaringan benih. Dengan cara tersebut maka mikroorganisme /patogen terbawa benih, terutama cendawan dan bakteri dapat terdeteksi dengan mengamati karakteristik pertumbuhan dan struktur cendawan. Pengujian kesehatan benih dengan metode inkubasi yang sering dilakukan adalah pengujian dengan media kertas (Blotter-test), dan pengujian pada media agar.

Metode Inkubasi dengan Media Kertas (Blotter-Test) Metode Blotter adalah salah satu dari metode inkubasi, yaitu benih ditumbuhkan pada kertas saring basah, diinkubasikan selama 7 hari dengan penyinaran lampu ultra violet selama 12 jam terang dan selama 12 jam

kondisi gelap secara bergantian. Benih yang diinkubasi tersebut diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 50–60 kali untuk melihat pertumbuhan cendawan.

Cendawan yang tumbuh diamati dan didekteksi berdasarkan karakteristik keberadaan tum-buhnya seperti tubuh buah, konidia yang muncul dari konidiofor (tangkai konidia), spora dengan massa sporanya, sporodokium dan aservulus, piknidiospora da-lam piknidia, dan askospora dalam peritesia.

#### 1) Metode inkubasi dengan media kertas saring

Sebanyak 400 benih diletakkan dalam cawan petri berdiameter 9 cm. Jumlah benih per cawan petri 10 atau 25 tergantung dari ukuran benih. Tiap cawan petri diberi label nomor benih dan tanggal pengujian. Sebelum benih diletakkan, cawan dialasi dengan 2 lapis kertas saring yang telah dicelupkan ke dalam air bersih. Usahakan jangan terlalu banyak air (tidak tergenang). Letakan benih satu per satu dengan menggunakan pinset seperti Gambar 2.

Selanjutnya benih diinkubasi pada suhu kamar dengan penyinaran lampu ultra violet 12 jam terang dan 12 jam gelap secara bergantian selama 7 hari. Pada hari ke-8 dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop stereo. Pada tiap benih diamati karakteristik pertumbuhan berbagai cendawan yang tumbuh. Kadang-kadang sangat sulit mengidentifikasi cendawan melalui pengamatan karakteristik

pertumbuhan cendawan, oleh karena itu dibuat preparat dari cendawan tersebut dan diamati dengan bantuan mikroskop compoun dan kunci identifikasi. Jika suatu cendawan telah teridentifikasi, dituliskan kode cendawan pada kertas blotter didekat cendawan yang bersangkutan. Jumlah benih yang terinfeksi suatu cendawan dihitung sebagai tingkat infeksi cendawan pada contoh benih yang diuji.

## 2) Metode inkubasi dengan media kertas dengan pendinginan

Sebanyak 400 benih diletakkan dalam cawan petri yang telah dialasi kertas saring seperti pada metode inkubasi dengan kertas standar. Benih diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang dengan penyinaran lampu ultra violet 12 jam terang dan 12 jam gelap. Pada hari ke-2 benih disimpan pada suhu  $-20^{\circ}$  C selama 24 jam. Tujuan perlakuan pendinginan tersebut adalah untuk menghambat atau menekan perkecambahan benih. Hal ini disebabkan sering perkecambahan benih menyulitkan secara teknis dalam pengamatan sehingga informasi menjadi bias.

Setelah diberi perlakuan dingin kemudian benih diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang dengan penyinaran lampu ultra violet 12 jam terang dan 12 jam gelap secara bergantian.

Pada hari ke-8 benih diamati seperti prosedur pengamatan metode inkubasi dengan media kertas standar.

## 3) Metode inkubasi pada media agar

Dalam metode media agar inokulum terbawa benih, dideteksi berdasarkan karakteristik koloni pada media agar yang berkembang dari benih. Secara umum prinsipnya sama dengan prinsip dari pengujian dengan media kertas. Dalam beberapa hal metode ini memiliki kelebihan, yaitu memberikan informasi lebih relatif lebih cepat dan cukup menggambarkan status kesehatan benih dibandingkan dengan metode media kertas, karena ketersediaan nutrisi pada media agar memungkinkan cendawan atau bakteri tumbuh dan berkembang secara lebih baik dan lebih cepat sehingga memudahkan dalam pengamatan. Biasanya cendawan atau bakteri akan membentuk koloni yang khas pada media agar.

Dalam pelaksanaan pengujian dengan media agar memerlukan persiapan yang lebih lama, relatif rumit dan mahal, terutama bila menggunakan media spesifik. Sering terjadi kesulitan dalam pengamatan karena pertumbuhan koloni cendawan atau bakteri menjadi berbeda atau berubah bila menggunakan media tumbuh yang berbeda dengan waktu yang berbeda pula. Kesulitan lain pada waktu pengamatan adalah pertumbuhan cendawan bukan sasaran (cendawan saprofit) tumbuh lebih ekstensif sehingga menekan pertumbuhan cendawan patogen yang menjadi sasaran pengamatan. Untuk keperluan pengujian dengan media agar digunakan berbagai jenis media tumbuh seperti PDA dan media semi selektif atau selektif seperti Czapek,

Media BSC, Media Komada, dan lain-lain.

Prosedur metode inkubasi pada media agar adalah sebagai berikut: Media agar steril disiapkan dalam cawan petri steril. Sebanyak 400 benih dari satu contoh benih diberi perlakuan sterilisasi permukaan dengan NaOCL 1 % selama 3 menit. Kemudian benih ditiriskan pada kertas saring steril. Dalam banyak kasus, perlakuan sterilisasi pada permukaan benih tidak dilakukan.

Benih diletakkan pada media agar dalam cawan petri. Tiap cawan ditanami 10 butir benih. Pekerjaan penanaman benih tersebut dilakukan secara aseptik, yaitu membersihkan tempat dan alat kerja dengan bahan aseptik seperti alkohol 70 %. Benih diinkubasi pada suhu kamar selama 7 hari dengan penyinaran lampu ultra violet 12 jam terang dan 12 jam gelap secara bergantian.

Pengamatan dilakukan pada hari ke-8 tetapi sering pula dilakukan mulai hari ke-4, karena koloni cendawan sudah mulai tampak. Hal yang diamati adalah karakteristis koloni dan struktur cendawan. Untuk bakteri bahkan pengamatan sudah dapat dilakukan pada hari ke-2 atau ke-3.

#### 4) Uji Gejala pada Bibit/ Kecambah

Patogen dapat menghasilkan gejala pada bibit/kecambah baik pada akar, kotiledon, atau hipokotil. Benih yang terinfeksi pada kondisi yang menguntungkan dapat menghasilkan gejala pada bibit sama dengan gejala di lapangan, sehingga metode ini dapat digunakan untuk mendapatkan informasi yang mewakili penampakan

di lapangan. Sejumlah cendawan, bakteri dan virus terbawa benih sering menghasilkan gejala infeksi atau serangan pada kecambah atau bibit tanaman. Gejala terjadi pada akar, batang, daun atau seluruh bagian kecambah atau bibit tanaman. Pada berbagai kejadian inokulum cendawan terbawa benih menyebabkan kematian pada tanaman atau kecambah.

Beberapa kelompok cendawan terbawa benih yang sering menyebabkan penyakit pada kecambah atau bibit antara lain *Alternaria*, *Ascochyta*, *Colletotrichum*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Macrophomina*. Sedangkan kelompok bakteri yang sering menunjukkan gejala pada kecambah antara lain *Pseudomonas* spp. Media tumbuh yang digunakan untuk pengujian gejala pada bibit/kecambah adalah media pasir, bata merah, campuran pasir dan tanah serta media buatan seperti agar air. Pengujian kesehatan benih dengan gejala bibit/kecambah mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan metode yang lain.

Pengujian dengan cara ini dapat mengamati penularan (transmisi) patogen dari benih ke tanaman dari satu fase ke fase pertumbuhan tanaman. Beberapa patogen tidak mudah dideteksi dengan metode lain karena serangan patogen tersebut yang bersifat laten. Sehingga diperlukan fase tertentu pertumbuhan tanaman agar gejala dan perkembangan patogen dapat dideteksi. Metode ini sangat bermanfaat untuk pengujian contoh benih yang jumlahnya terbatas seperti benih hasil pemuliaan pada tahap

tertentu dan juga bermanfaat untuk tujuan karantina. Pengujian gejala bibit/kecambah dapat digunakan untuk evaluasi efektivitas perlakuan benih, baik dengan kimia maupun secara fisik.

Prosedur pengujian dengan metode media agar cair adalah sebagai berikut: Dengan media agar air (water agar) dilakukan dengan cara sebagai berikut. Tuangkan 10 ml agar air ke dalam tabung reaksi ukuran 160x16 mm kemudia tutup dengan kapas dan selanjutnya disterilisasi pada temperatur 121° C selama 15 menit. Sebutil benih ditanam pada media agar air steril. Sebelum dan sesudah penanaman, tabung tetap tertutup dengan kapas. Penanaman dikerjakan secara aseptik. Tabung reaksi yang berisi media agar air dan benih kemudian diletakkan pada rak tabung reaksi dan diinkubasikan sampai 14 hari pada temperatur ruang dengan penyinaran lampu ultra violet. Setelah masa inkubasi diamati gejala yang timbul, koloni cendawan dan struktur cendawan. Pengamatan sebenarnya bisa dilakukan selama masa inkubasi.

#### 5) Uji Serologi

Uji ELISA (Enzyme-Linked Immuno-sorbent Assays) adalah pengujian serologi terutama digunakan untuk mendeteksi bakteri dan virus terbawa benih. Prinsip pengujian tersebut adalah reaksi in vitro antara antigen dan antibodi. Dalam pengujian cara ini sangat tergantung kepada ketersediaan sejumlah antibodi yang spesifik untuk patogen sasaran. Uji ELISA sebagai

salah satu metode serologi untuk mendeteksi virus sering digunakan karena metode tersebut sederhana, mudah dilakukan, cepat, sensitif, akurat, dan dapat digunakan untuk menguji sampel dalam jumlah besar. Metode tersebut berdasarkan pada konjugasi antara virus- antibodi dan enzim, dengan menambahkan substrat pewarna maka adanya konjugasi tersebut dapat diperlihatkan.

Dalam uji ELISA ada beberapa cara yang digunakan yaitu indirect ELISA, double antibody sandwich ELISA (DAS ELISA), DAS ELISA protocol, F (ab')<sub>2</sub> indirect ELISA dan F (ab')<sub>2</sub> ELISA protocol, tetapi yang banyak digunakan adalah metode indirect ELISA dan double antibody sandwich ELISA (DAS ELISA). Dalam indirect ELISA uji didasarkan pada adanya ikatan enzim dengan molekul antibody yang dapat dideteksi oleh antiviral immunoglobulin. Sedangkan pada DAS ELISA, virus diikat oleh antibody spesifik yang kemudian bereaksi lagi dengan *antibody* spesifik yang telah diikat oleh enzim.

Dari segi praktikal indirect ELISA lebih sederhana dan lebih cepat karena dalam indirect ELISA tidak melalui prosedur pemurnian virus, mempersiapkan stock gamma-globulin (IgG), dan mela-kukan konjugasi enzim-immuno-globulin.

Prosedur uji serologi adalah sebagai berikut: Antigen (ekstrak tanaman yang diuji) harus dipersiapkan terlebih dahulu (Persiapan kontrol) yaitu ekstrak tanaman sehat dan suspensi tanaman yang positif terinfeksi virus dalam antigen buffer dengan pengenceran 1/50. Buat ekstrak antigen dengan

cara menggerus jaringan tanaman yang akan diuji kemudian diencerkan dengan antigen buffer dengan pengenceran 1/9. Masukkan antigen tersebut sebanyak 100 µl pada setiap lubang plate ELISA.

Tutup plate ELISA dengan plastik tipis dan diinkubasikan selama 1 jam pada suhu tumbuh 37° C atau semalaman pada suhu kamar.

*Primary (specific antiserum)* harus disiapkan terlebih dahulu. Selama inkubasi (atau sebelum uji dimulai) dapat dilakukan cross-adsorption antiserum dengan jaringan sehat dengan cara sebagai berikut. Jaringan sehat dihancurkan dalam serum buffer dengan pengenceran 1/20. Suspensi disaring dengan menggunakan kain kasa. Encerkan anti-serum sesuai anjuran dalam suspensi tersebut. Aduk sampai rata dan inkubasi selama 45 menit pada suhu 37° C.

Pencucian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Kosongkan plate ELISA. Cuci plate ELISA dengan PBS Tween, rendam selama 3 menit dengan PBS Tween, ulangi sampai 4 kali cucian. Keringkan dengan kertas tissue. Masukkan primary antiserum 100 µl setiap lubang plate ELISA. Inkubasikan plate tersebut selama 1 jam pada suhu 37°C.

*Secondary antiserum (conjugate)* harus disiapkan setelah *primary antiserum* yaitu dengan cara: Kosongkan plate ELISA dan cuci dengan cara seperti di atas. Masukkan konjugasi antibody- Alkaline phosphatase (tersedia secara komersial sebagai SWAREC = Swine antirabbit enzyme conjugate) pada

pengenceran 1/1000–1/2000 dalam serum buffer. Inkubasikan selama 1 jam pada suhu 37°C.

Substrat dibuat setelah antiserum siap untuk digunakan. Metoda pembuatan substrat adalah sebagai berikut: Kosongkan plate ELISA dan cuci sebagaimana di atas. Buat larutan substrat dari 1 tablet p-nitrophenyl (PNPP), (tersedia secara komersial) dalam 10–15 ml diethanolamine buffer (DIEAB). Masukkan substrat tersebut 100 µl per lubang. Inkubasikan selama 30 menit pada suhu kamar. Reaksi positif yaitu apabila terjadi perubahan warna menjadi kuning.

Baca nilai absorban ultra violet dengan menggunakan alat spektrofotometer. Untuk menghentikan reaksi dapat dilakukan dengan menambah setetes 3 N NaOH pada tiap lubang.

Cara Pembuatan Buffer untuk Indirect ELISA :

PBS (Phosphate Buffered Saline) :

6) 0,05 M KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub> /  
Na<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub> + 8,5 g Na Cl /l

7) pH 7,2

Antigen buffer:

a. PBS + 0,01

M NaDIECA.

PBS Tween (untuk mencuci)

- 1 liter PBS Tween
- 0,2 g KCl.
- 0,5 ml Tween 20

Serum buffer :

- 1 liter PBS Tween
- 20 g Polyvinylpyrrolidone (2 %) (MW = 25.000)
- 2 g Ovalbumin (0,2 %)

Substrate – Buffer : DIEAB :  
Diethanolamine Buffer.

- 100 ml diethanolamine (C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>).
- 200 ml deionized H<sub>2</sub>O
- 24 ml 5 N HCl
- buat suspensi dalam deionized H<sub>2</sub>O sampai mencapai volume 1000 ml.

6) Uji Tanaman Indikator

Pengujian dengan tanaman indikator digunakan terutama untuk mendeteksi virus dan bakteri terbawa benih. Prinsip pengujiannya adalah reaksi dari tanaman indikator terhadap ekstrak/sap dari biji yang diinokulasikan pada tanaman indikator tersebut. Reaksi yang terjadi adalah berupa gejala lokal pada daun tanaman indikator.

7) Uji dengan Teknologi Biomolekuler

Teknik biomolekuler sudah mulai digunakan dalam pengujian kesehatan benih. Teknik biomolekuler yang diaplikasikan dalam pengujian kesehatan benih adalah Polymerase chain reaction (PCR). Teknik PCR mempunyai tingkat ketelitian yang sangat tinggi dan dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat. Tetapi penggunaan teknik PCR untuk pengujian rutin kesehatan benih masih terlalu mahal dalam hal bahan, peralatan dan tenaga pelaksana.

#### 4.9 Prosedur Memproduksi Benih Bersertifikat

Seorang penangkar benih bersertifikat perlu memiliki pengetahuan yang cukup tentang cara memproduksi benih bermutu dan cara menyimpan benih. Hal berikutnya adalah penguasaan pengolahan benih, tanah, dan gudang penyimpanan, serta sikap jujur dan bersedia selalu mematuhi peraturan/ketentuan perbenihan yang berlaku.

Prosedur untuk mendapatkan sertifikat dimulai dari permohonan sertifikasi, pengajuan pemeriksaan pendahuluan, pemeriksaan lapang, pemeriksaan alat-alat panen dan pengolahan, pengambilan sampel benih, dan pengajuan pemasangan label sertifikat.

##### a. Permohonan sertifikasi

Untuk menghasilkan benih bersertifikat, dimulai dari pengajuan permohonan sertifikasi kepada BPSB setempat yang dilakukan paling lambat satu bulan sebelum tebar (tanam) dengan mengisi formulir. Formulir isian mencakup tentang nama dan alamat pemohon (penangkar), letak areal, asal benih sumber, rencana penanaman, sejarah lapangan, dan isolasi (jarak/waktu) yang dilakukan. Setelah diisi, formulir diserahkan dengan dilampirkan label benih (kelas dan benih sumber) yang akan digunakan dan denah situasi lapangan.

1) Permohonan pemeriksaan lapang pendahuluan

Penangkar menyampaikan pemberitahuan siap untuk diperiksa lapang pendahuluan kepada BPSB setempat paling lambat 10 hari sebelum tanam atau seminggu sebelum pemeriksaan lapang. Dalam pemeriksaan ini, pengawas BPSB akan menguji kebenaran data lapangan yang diajukan penangkar seperti dalam surat permohonan sertifikasi. Jika data lapangan menunjukkan kesesuaian maka lahan penangkaran tersebut telah syah dinyatakan sebagai lahan produksi benih bersertifikat.

2) Permohonan pemeriksaan fase vegetatif

Pemeriksaan lapangan pertama dilakukan saat tanaman dalam fase pertumbuhan vegetatif atau sekitar 30 hari setelah tanam. Pengajuan permohonan pemeriksaan diajukan kepada BPSB paling lambat 7 hari sebelum pemeriksaan, pemeriksaan akan dilakukan terhadap keberadaan campuran varietas lain (CVL). Nilai standar CVL berbeda untuk setiap jenis tanaman dan kelas benih yang diproduksi. Semakin tinggi kelas benih, semakin ketat standarnya.

Sebelum pengawas BPSB memeriksa, penangkar benih sebaiknya melakukan roguing agar standar lapang benih bersertifikat terpenuhi. Jika hasil pemeriksaan oleh pengawas BPSB menyatakan lulus, lahan tersebut dapat diteruskan untuk proses sertifikasi selanjutnya. Jika lahan dinyatakan tidak lulus maka

penangkar diwajibkan melakukan roguing ulang, dan selanjutnya mengajukan pemeriksaan ulangan. Pemeriksaan ulang hanya dapat dilakukan satu kali. Jika hasil pemeriksaan ulang lahan dinyatakan tidak lulus, maka lahan tersebut gagal untuk dijadikan areal produksi benih karena kemurniannya tidak dapat dipertanggung-jawabkan, dan hanya diperbolehkan untuk produksi non benih.

3) Permohonan pemeriksaan lapangan fase generatif

Pemeriksaan lapangan fase generatif hanya dilakukan bila telah lulus pada tahapan pemeriksaan sebelumnya. Pengajuan permohonan pemeriksaan lapangan fase generatif (saat berbunga) dilakukan satu minggu sebelum pemeriksaan dilakukan. Dalam pemeriksaan ini juga diamati keberadaan dari CVL dengan pengamatan pada organ reproduktif, seperti warna dan bentuk bunga, serta saat pembungaan. Seperti pada pengawasan lapangan fase vegetatif, penangkar benih diberi kesempatan untuk melakukan pengawasan ulang jika hasil pemeriksaan dinyatakan tidak lulus. Pemeriksaan ulang pun hanya diberikan satu kali.

4) Permohonan pemeriksaan fase menjelang panen

Pemeriksaan fase menjelang panen dilakukan bila telah lulus pemeriksaan lapang sebelumnya. Pemeriksaan dilakukan satu pekan sebelum panen (menjelang masak fisiologis). Permohonan pemeriksaan

diajukan satu minggu sebelum pemeriksaan dilakukan. Hal-hal yang diperiksa pada pemeriksaan ini meliputi komponen buah dan benih, seperti warna dan bentuk benih. Tidak seperti pada pemeriksaan sebelumnya, pada pemeriksaan ini tidak dilakukan pemeriksaan ulang. Artinya, jika lahan dinyatakan tidak lulus maka secara langsung benih yang dihasilkan di lahan tersebut tidak dapat dijadikan sebagai benih bersertifikat.

5) permohonan pemeriksaan alat-alat panen dan pengolahan benih

Selain benih, alat-alat panen dan pengolahan benih pun dilakukan pemeriksaan. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk memastikan bahwa peralatan yang digunakan dalam panen dan pengolahan benih tidak membawa sumber kontaminan, seperti varietas lain. Pengajuan pemeriksaan alat-alat panen dan pengolahan benih dilakukan paling lambat satu minggu sebelum panen atau bersamaan dengan pemeriksaan lapangan fase menjelang panen. Hal yang dilakukan pengawas BPSB dalam pemeriksaan ini adalah menjalankan (menghidupkan) semua alat pengolahan benih sehingga sisa-sisa kotoran dan benih dari proses pengolahan benih sebelumnya dapat keluar dan alat dapat dibersihkan.

***b. Pengawasan pengolahan benih***

Pengawasan pengolahan benih tidak diajukan oleh penangkar benih, tetapi merupakan pengawasan langsung oleh petugas BPSB secara

periodik selama masa pengolahan benih dengan waktu yang tidak diberitahukan kepada penangkar. Tujuan dari pengawasan ini adalah memastikan bahwa selama dalam pengolahan tidak terjadi kecurangan-kecurangan yang dilakukan penangkar, misalnya mencampurkan benih yang lulus lapangan dengan benih kedaluwarsa atau benih tidak lulus lapangan. Jika didapatkan penangkar yang melakukan kecurangan maka proses sertifikasi dapat dihentikan.

**c. Permohonan pengambilan contoh benih**

Prosedur selanjutnya adalah permohonan pengambilan contoh benih guna pengujian di labora-torium analisis mutu benih BPSB. Pengambilan contoh benih oleh pengawas BPSB dilakukan setelah pengolahan benih. Permohonan oleh penangkar dilakukan 1 minggu sebelum pengawasan dilakukan. Sebelum dilakukan pengambilan contoh benih, penangkar diwajibkan telah menempatkan dan mengemas benih secara tepat. Benih telah dikemas dengan kemasan curah (belum dikemas dengan kemasan pemasaran) dan dikelompokkan berdasarkan lot yang tepat, misalnya berdasarkan tanggal panen yang sama dari varietas yang sama. Lot benih ditempatkan sedemikian rupa sehingga setiap wadah benih berpeluang sama untuk diambil contoh benihnya. Pengawas dapat membatalkan pengambilan contoh benih jika diindikasikan adanya kelompok benih yang mencurigakan

atau susunan penempatan benih tidak memungkinkan semua wadah diambil contoh benihnya.

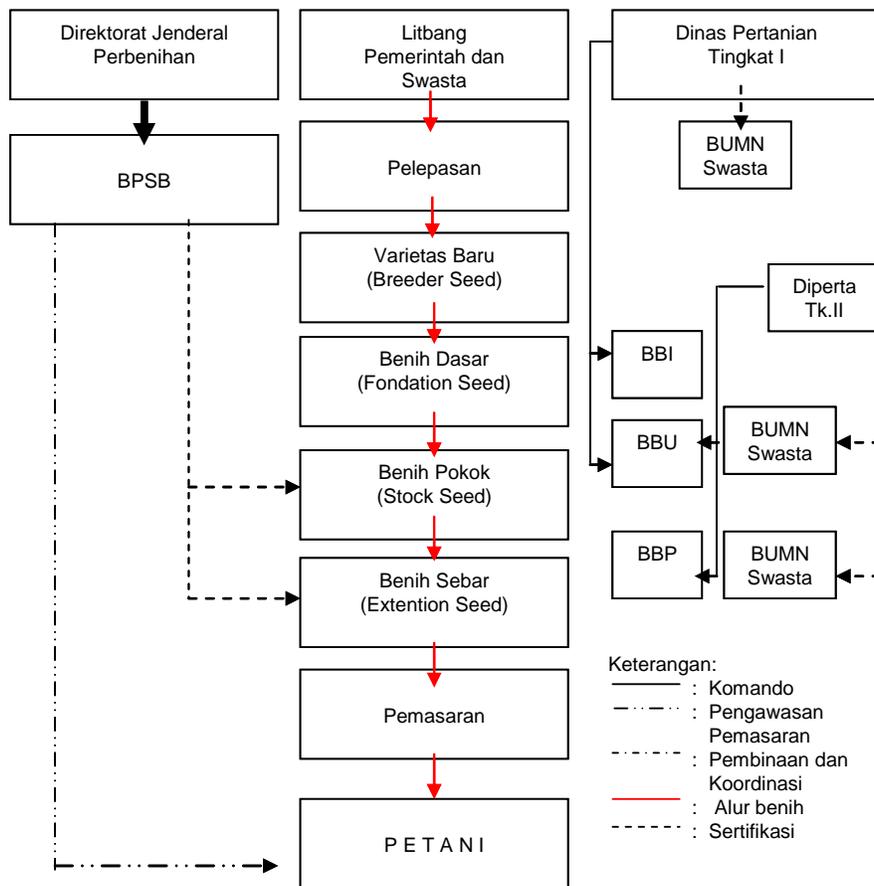
**d. Permohonan pengawasan pemasangan label sertifikat**

Prosedur akhir dari proses pembuatan benih bersertifikat adalah pengawasan pemasangan label sertifikasi. Jika dalam pengujian laboratorium, benih penangkaran dinyatakan lulus maka selanjutnya penangkar mengajukan pengawasan pemasangan label sertifikat pada benih-benih yang akan dikemas dengan ukuran tertentu (sesuai kebutuhan pasar). Dalam pengajuan ini, penangkar memohon nomor seri label sertifikasi dengan mencantumkan jumlah segel (seal) dan label sertifikasi yang diperlukan, nomor pengujian, nomor kelompok benih yang bersangkutan, jenis, varietas, jumlah wadah, berat bersih tiap wadah, nama dan alamat produsen. Adapun isi label akan meliputi hasil-hasil pengujian laboratorium yang terdiri dari nilai

kadar air benih, kemurnian, daya tumbuh benih, sertak andungan kotoran dan campuran varietas lain, selain identitas lain sesuai yang diajukan penangkar benih.

**e. Permohonan pelabelan ulang**

Benih bersertifikat telah mendekati atau habis masa edarnya dan akan diedarkan kembali harus dilakukan pengujian dan pelabelan ulang. Produsen benih bersertifikat wajib mengajukan pengambilan contoh benih, mengujikannya dan kemudian memasang label ulangan pada kemasan benihnya. Prosedur dan pelaksanaan dari pelabelan ulang sama seperti pada prosedur pengambilan contoh dan pengawasan pemasangan label sebelumnya. Pengajuan pelabelan ulang dilakukan satu bulan sebelum masa edar benih bersertifikat berakhir. Pada kemasan benih, dicantumkan data analisis mutu benih terbaru dan dicantumkan pula kode LU yang berarti Label Ulang.



Gambar 4.13.  
Skema alur pelepasan benih, produksi dan pengawasan mutu benih di Indonesia.  
(Dijentan Pangan dan Horti, 1999)

## Ringkasan

Setelah mempelajari BAB 4. siswa telah mampu menguasai kompetensi-kompetensi berikut:

1. Potensi benih tanaman
2. Dasar-dasar produksi benih
3. Menyiapkan lahan pembenihan
4. Merawat benih tanaman
5. Mengelola alat dan mesin pembenihan
6. Membiakkan tanaman dengan biji

Proses pembentukan biji pada tumbuhan	Buab, biji dan perkembangan biji	Polinasi
Pembuahan adalah penyatuan sel betina dan sel jantan. Hasil penyatuan disebut zigot. Zigot berisi kromosom dari individu jantan dan betina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembuahan</li> <li>• Waktu antar pembuahan</li> <li>• Pergiliran generasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyerbukan oleh serangga.</li> <li>• Adaptasi bunga</li> <li>• Ketidakserasian</li> <li>• Penyerbukan dengan angin</li> <li>• Musim penyerbukan</li> </ul>
Teknik produksi benih tanaman	Mutu benih	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persyaratan lahan produksi</li> <li>• Benih sumber</li> <li>• Teknik budidaya tanaman untuk produksi benih generatif</li> <li>• Alur umum pengelolaan benih</li> <li>• Alat dan mesin pengolahan benih</li> <li>• Penyimpanan benih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriteria benih bermutu</li> <li>• Kelas benih</li> <li>• Faktor yang mempengaruhi mutu benih.</li> </ul>	
Pengujian kesehatan benih	Prosedur memperoleh benih bersertifikat	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengamatan secara visual</li> <li>• Metode pencucian benih</li> <li>• Metode inkubasi</li> <li>• Uji gejala pada bibit/ kecambah</li> <li>• Uji serologi</li> <li>• Uji tanaman indikator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permohonan sertifikasi</li> <li>• Permohonan pemeriksaan lapang pendahuluan.</li> <li>• Permohonan pemeriksaan fase vegetatif</li> <li>• Permohonan pemeriksaan fase generatif</li> <li>• Permohonan pemeriksaan fase menjelang panen.</li> <li>• Permohonan pemeriksaan alat-alat panen dan pengolahan benih.</li> <li>• Pengawasan pengolahan benih</li> <li>• Permohonan pengambilan sample benih</li> <li>• Permohonan pengawasan pemasangan label bersertifikat</li> <li>• Permohonan pelabelan ulang.</li> </ul>	

SOAL:

1. Jelaskan proses pembentukan biji pada tumbuhan dengan bantuan angin dan serangga
2. Bagaimana proses sertifikasi benih di Indonesia

TUGAS:

1. Lakukan kegiatan bermain peran dengan tema mendaftarkan benih vegetatif dan benih generatif.
2. Lakukan observasi minimal pada 2 (dua) orang penangkar benih dan lakukan wawancara terhadap teknik produksi yang biasa dilakukan.



## BAB 5. TEKNIK PEMELIHARAAN TANAMAN HASIL PEMBENIHAN

### 5.1 Media Tumbuh

Tanah adalah tempat tumbuh tumbuhan di atas permukaan bumi. Di dalam tanah terdapat air, udara dan berbagai hara tumbuhan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Air yang berada dalam tanah sangat penting untuk proses kimia, biologi dan fisika tanah. Sebagian air tanah terdapat dalam bentuk lapisan tipis yang dinamakan air kapiler. Air kapiler membentuk larutan tanah yang berfungsi sebagai sumber unsur hara tumbuhan.

Udara dalam tanah berasal dari udara atmosfer yang mengandung sekitar 21% oksigen, 78% nitrogen, dan 1% CO<sub>2</sub> beserta gas lainnya. Semua gas tersebar dalam pori-pori tanah atau terlarut dalam tanah. Akar dan organisme tanah memerlukan oksigen untuk proses pernafasan (respirasi). Oksigen dalam tanah digunakan oleh semua makhluk hidup dalam tanah, baik organisme maupun mikroorganisme, sehingga konsentrasi oksigen dalam tanah akan lebih rendah dibandingkan dengan oksigen di atas permukaan tanah (atmosfer).

Di dalam tanah terdapat nitrogen, fosfor, belerang, kalium, kalsium dan magnesium dalam jumlah yang relatif banyak (unsur hara makro) dan terdapat sedikit besi, mangan, boron, seng dan tembaga (unsur hara mikro). Beberapa tumbuhan membutuhkan beberapa unsur lain seperti natrium, molibdenum, klor, fluor, iod, silikon, strontium, barium dan kobalt.

Hara esensial (penting) sebagian besar terdapat dalam tanah. Nitrogen merupakan unsur hara yang sangat penting bagi tumbuhan. Nitrogen merupakan bahan baku untuk penyusunan protein dan asam amino

tumbuhan. Nitrogen diserap oleh tumbuhan dalam bentuk nitrat dan amonium. Fosfor dibentuk pada tanah mineral dan berbagai senyawa organik. Fosfor diserap oleh tanaman dalam bentuk ion fosfat. Belerang ditemukan dalam tanah mineral. Belerang diserap oleh tumbuhan dalam bentuk sulfat. Kalium, kalsium dan magnesium merupakan logam. Pada saat ketiga logam tersebut di atas bereaksi dengan air maka akan dibebaskan ion-ion kalium, kalsium dan magnesium.

#### *a. Perkembangan dan Pengertian Tanah*

Pemahaman fungsi tanah sebagai media tumbuh dimulai sejak peradaban manusia mulai beralih dari manusia pengumpul pangan yang tidak menetap menjadi manusia pemukim yang mulai melakukan pemindah tanaman pangan /nonpangan ke areal dekat mereka tinggal. Pada tahap berikutnya, mulai berkembang pemahaman fungsi tanah sebagai penyedia nutrisi bagi tanaman tersebut, sehingga produksi yang dicapai tanaman tergantung pada kemampuan tanah dalam penyediaan nutrisi ini (kesuburan tanah). Dengan berkembangnya areal perkotaan, terjadi benturan kepentingan antara kebutuhan lahan untuk sarana transportasi dan pendirian bangunan dengan kebutuhan lahan pertanian, yang seringkali menyebabkan tergesurnya lahan pertanian yang produktif semata-mata karena alasan finansial.

Pada mulanya, tanah dipandang sebagai lapisan permukaan bumi (*natural body*) yang berasal dari bebatuan (*natural material*) yang telah mengalami serangkaian pelapukan oleh gaya-gaya alam (*natural force*), sehingga membentuk *regolit* (lapisan

berpartikel halus). Konsep ini dikembangkan oleh para Geologis pada akhir abad XIX. Hal-hal yang dipelajari adalah (1). Perbedaan-perbedaan berbagai jenis tanah dan dijumpainya suatu jenis tanah yang sama jika kondisinya relatif sama. (2). Masing-masing jenis tanah mempunyai morfologi yang khas sebagai konsekuensi keterpaduan pengaruh spesifik dari iklim, jasad hidup (tanaman dan ternak), bahan induk, topografi dan umur tanah; dan (3). Tanah merupakan hasil evolusi alam yang bersifat dinamis sepanjang masa.

Dinamika dan evolusi alam ini terhimpun dalam definisi bahwa tanah adalah "bahan mineral yang tidak padat (*unconsolidated*) terletak di permukaan bumi, yang telah dan akan tetap mengalami perlakuan dan dipengaruhi oleh faktor-faktor genetik dan lingkungan yang meliputi bahan induk, iklim (termasuk kelembaban dan suhu), organisme (makro dan mikro) dan topografi pada suatu periode waktu tertentu". Satu penciri-beda utama adalah tanah ini secara fisik, kimiawi dan biologis, serta ciri-ciri lainnya umumnya berbeda dibanding bahan induknya, yang variasinya tergantung pada faktor-faktor pembentuk tanah tersebut.

Pengertian ini disebut sebagai definisi *pedologis* (*pedo* = gumpal tanah). Dalam definisi yang lain ilmu tanah adalah ilmu pengetahuan alam murni dalam hal: (1) asal mula dan pembentukan tanah yang tercakup dalam bidang kajian genesis tanah, dan (2) nama-nama, sistematik, sifat kemampuan dan penyebaran berbagai jenis tanah yang tercakup dalam bidang kajian Klasifikasi dan Pemetaan Tanah. Hasil kajian tanah secara pedologis ini dapat dimanfaatkan sebagai acuan dasar dalam pemanfaatan masing-masing jenis tanah secara efisien dan rasional. Kajian Pedologi antara lain

meliputi Agrogeologi, Fisika, Kimia dan Biologi Tanah, Morfologi dan Klasifikasi Tanah, Survei dan Pemetaan Tanah, Analisis Bentang Lahan, Ilmu Ukur Tanah, Perencanaan dan Pengembangan Wilayah.

Pemahaman tanah sebagai media tumbuh tanaman pertama kali dikemukakan oleh Dr. H.L. Jones dari Cornell University Inggris, yang mengkaji hubungan tanah pada tanaman tingkat tinggi untuk mendapatkan produksi pertanian yang seekonomis mungkin. Kajian tanah dari aspek ini disebut *edaphologi* (*edaphos* = bahan tanah subur), namun pada realitasnya kedua definisi selalu terintegrasi. Kajian Edaphologi ini antara lain meliputi Kesuburan Tanah, Konservasi Tanah dan Air, Agrohidrologi, Pupuk dan Pemupukan, Ekologi Tanah dan Bioteknologi Tanah, sedangkan yang merangkum kajian Pedologi dan Edaphologi sekaligus antara lain meliputi Pengelolaan Tanah dan Air, Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Tata Guna Lahan, Pengelolaan Tanah Rawa, Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan.

Tanah pada masa kini sebagai media tumbuh tanaman didefinisikan sebagai: "Lapisan permukaan bumi yang secara fisik berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembang sistem perakaran penopang tegak-tumbuhnya tanaman dan penyuplai kebutuhan air dan udara; secara kimiawi berfungsi sebagai gudang dan penyuplai hara atau nutrisi (senyawa organik dan anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl, dan lain-lain); dan secara biologis berfungsi sebagai habitat biota (organisme) yang berpartisipasi aktif dalam penyediaan hara tersebut dan zat-zat aditif (pemacu tumbuh, proteksi) bagi tanaman", yang ketiganya secara integral mampu menunjang produktivitas

tanah untuk menghasilkan biomasa, baik tanaman pangan, obat-obatan, industri perkebunan, maupun kehutanan".

Atas dasar definisi ini maka tanah sebagai media tumbuh mempunyai empat fungsi utama, yaitu sebagai (1). Tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran yang mempunyai dua peran utama. (2). Penyokong tegak-tumbuhnya trubus (bagian atas) tetanaman. (3). sebagai penyerap zat-zat yang dibutuhkan tanaman. (4). Penyedia kebutuhan primer tanaman untuk melaksanakan aktivitas metabolismenya, baik selama pertumbuhan maupun untuk memproduksi, meliputi air, udara dan unsur-unsur hara. (5). Penyedia kebutuhan sekunder tanaman yang berfungsi dalam menunjang aktivitasnya supaya berlangsung optimum, meliputi zat-zat aditif yang diproduksi oleh biota terutama mikroflora tanah seperti (a). zat-zat pemacu tumbuh (hormon, vitamin dan asam-asam organik khas). (b). antibiotik dan toksin yang berfungsi sebagai anti hamapenyakit tanaman di dalam tanah. (c). senyawa-senyawa atau enzim yang berfungsi dalam penyediaan kebutuhan primer tersebut atau transformasi zat-zat toksik eksternal seperti pestisida dan limbah industri berbahaya; serta. (d). Habitat biota tanah, baik yang berdampak positif karena terlibat langsung atau tak langsung dalam penyediaan kebutuhan primer dan sekunder tanaman tersebut, maupun yang berdampak negatif karena merupakan hama dan penyakit tanaman.

Fungsi-fungsi tanah yang sedemikian vitalnya dalam penyediaan bahan pangan, papan dan sandang bagi manusia (juga bagi hewan) ini membawa konsekuensi bahwa seorang ahli tanah tidak saja dituntut untuk berpengetahuan tentang: (1) tanah sebagai tempat tumbuh dan penyedia kebutuhan tanaman, tetapi juga harus

memahami, (2) fungsi tanah sebagai pelindung tanaman dari serangan hama dan penyakit dan dampak negatif pestisida limbah industri berbahaya tersebut. Oleh karena itu, dalam buku ini dituturkan dalam kerangka pengertian fenomena ini.

#### **b. Profil Tanah**

Secara vertikal tanah berdiferensiasi membentuk horizon-horizon (lapisan-lapisan) yang berbeda-beda baik dalam morfologis seperti ketebalan dan warnanya, maupun karakteristik fisik, kimiawi, dan biologis masing-masingnya sebagai konsekuensi bekerjanya faktor-faktor lingkungan terhadap: (1) bahan induk asalnya maupun (2) bahan-bahan eksternal, berupa bahan organik sisa-sisa biota yang hidup di atasnya dan mineral non bahan induk yang berasal dari letusan gunung api, atau yang terbawa oleh aliran air. Susunan horizon-horizon tanah dalam lapisan permukaan bumi setebal 100-120 cm disebut sebagai profil tanah.

*Profil Tanah* merupakan irisan vertikal tanah dari lapisan paling atas hingga ke bebatuan induk tanah (regolit), yang biasanya terdiri dari horizon-horizon O-A-E-B-C- R. Empat lapisan teratas, yang masih dipengaruhi cuaca disebut *Solum Tanah*, horizon O-A disebut lapisan tanah atas dan horizon E-B disebut lapisan tanah bawah

Meskipun tanah terdiri dari beberapa horizon, namun bagi tetanaman yang sangat penting adalah horizon O - A (lapisan atas) yang biasanya mempunyai ketebalan di bawah 30 cm, bahkan bagi tanaman berakar dangkal seperti padi, palawija dan sesayuran yang paling berperan adalah kedalaman di bawah 20 cm. Oleh karena itu, istilah kesuburan tanah biasanya mengacu kepada ketersediaan hara pada lapisan setebal ini, yang

biasanya disebut sebagai lapisan olah. Namun bagi tetanaman perkebunan dan kehutanan (pepohonan) untuk jangka panjang lapisan tanah bawah juga akan menjadi sumber hara dan air.

Kegunaan langsung dari pengamatan profil tanah ini antara lain adalah untuk mengetahui (1). Kedalaman lapisan olah atau solum tanah yang merupakan indikator potensi kedalaman akar tanaman untuk berpenetrasi, makin dangkal berarti makin tipis sistem perakarannya, sehingga jika makin besar bobot atau tinggi tanaman akan makin mudah tanaman untuk tumbang. Informasi ini dapat menuntun kita dalam memilih jenis tanaman dan teknik penanamannya. (2). Kelengkapan atau diferensiasi horizon pada profil tanah merupakan indikator umur tanah atau proses-proses pembentukan (genesis) yang telah dilaluinya, makin lengkap atau makin berdiferensiasi horizon-horizon tanah berarti makin tua umur tanah, namun kelengkapan atau diferensiasi horizon ini akan makin berkurang atau makin baur apabila tanah mengalami erosi. Pada tanah-tanah muda seperti Regosol, yang banyak terdapat di sekitar Indralaya, Ol Sumatera Selatan, profilnya dapat tanpa horizon. Pada tanah dewasa seperti *andosol*, yang banyak terdapat di Kabupaten Muara Enim dan Lahat, Sumatera Selatan, profilnya lengkap seperti sketsa pada Gambar 1.1. di atas, sedangkan pada tanah-tanah tua seperti Podsolik di sekitar Palembang dan Prabumulih serta tanah *latosol* di Kabupaten Muara Enim Sumatera Selatan, yang telah tererosi berat atau telah mengalami pencucian intensif mempunyai profil yang umumnya tanpa atau sedikit lapisan olah (horizon O dan A).

Warna tanah merupakan indikator sifat kimiawi tanah. Tanah yang berwarna gelap berarti banyak

mengandung bahan organik tanah atau belum mengalami pelindian (*leaching*) hara secara intensif, sehingga relatif subur, sedangkan tanah yang berwarna terang atau pucat berarti berBOT (bahan organik tanah) rendah atau telah mengalami pelindian hara intensif, sehingga relatif miskin. Tanah yang berwarna *homogen bersih* menunjukkan sirkulasi udara (aerasi) dan airnya (drainase) baik, berarti kadar oksigennya cukup, sehingga proses oksidasi berjalan baik, sedangkan tanah yang berwarna tak bersih atau bercak menunjukkan aerasi dan drainasenya tidak baik, sehingga proses oksidasi dan reduksinya terjadi secara bergantian. Proses *reduksi* yang lama pada tanah kering berkadar besi tinggi akan menimbulkan bercak-bercak senyawa ferro yang berwarna kekuningan, sedangkan proses oksidasi yang lama pada tanah rawa akan menghasilkan senyawa ferri yang berwarna kecoklat-merahan.

### c. *Komponen Tanah*

Tanah mineral yang dapat berfungsi sebagai media tumbuh ideal secara material tersusun oleh 4 komponen, yaitu bahan padatan (mineral dan bahan organik), air dan udara. Berdasarkan volumenya, maka tanah secara rerata terdiri dari: (1) 50% padatan, berupa 45% bahan mineral dan 5% bahan organik, dan (2) 50% ruang pori, berisi 25% air dan 25% udara.

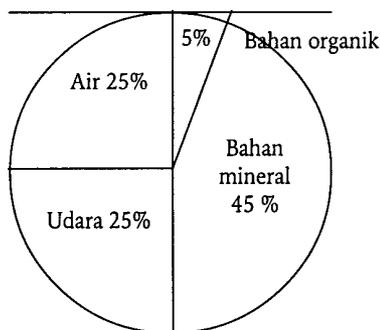
Khusus untuk tanah gambut yang banyak tersebar di kawasan rawa Sumatera Selatan, Jambi, Riau, Kalimantan dan Papua, komposisi ini relatif berlainan, karena bagian padatannya 100% dapat berupa bahan organik, sedangkan ruang porinya 100% dapat terisi air, sehingga ketiadaan bahan mineral dan udara pada tanah ini merupakan masalah utama dalam

pemanfaatannya menjadi lahan pertanian produktif.

Secara alamiah proporsi komponen-komponen tanah sangat tergantung pada (1). Ukuran partikel penyusun tanah, makin halus berarti makin padat tanah, sehingga ruang porinya juga akan menyempit, sebaliknya jika makin kasar. (2). Sumber bahan organik tanah, tanah bervegetasi akan mempunyai proporsi BOT tinggi, sebaliknya pada tanah gundul (tanpa vegetasi). (3). Iklim terutama curah hujan dan temperatur, saat hujan dan evaporasi (penguapan) rendah proporsi air meningkat (dan proporsi udara menurun), sebaliknya pada saat tidak hujan dan evaporasi tinggi, dan (4). Sumber air, tanah yang berdekatan dengan sungai akan lebih banyak mengandung air ketimbang yang jauh dari sungai.

**d. Fungsi Utama Tanah sebagai Media Tumbuh**

Masing-masing komponen tanah tersebut berperan penting dalam menunjang fungsi tanah sebagai media tumbuh, sehingga variabilitas keempat komponen tanah ini akan berdampak terhadap variabilitas fungsi tanah sebagai media tumbuh.



Gambar 5.1. Sketsa proporsi komponen-komponen tanah mineral

Udara tanah misalnya berfungsi sebagai gudang dan sumber gas (1). O<sub>2</sub> yang dibutuhkan oleh sel-sel perakaran tanaman untuk melaksanakan respirasi,

yang melepaskan CO<sub>2</sub> dan untuk oksidasi enzimatik oleh mikrobia autotrofik (mampu menggunakan senyawa anorganik sebagai sumber energinya). (2). CO<sub>2</sub> bagi mikrobia fotosintetik, dan (3). N<sub>2</sub> bagi mikrobia pengikat N.

Beberapa gas seperti CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> ini serta NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub> dan gas-gas lainnya baik yang berasal dari proses dekomposisi bahan organik maupun berasal dari sisa-sisa pestisida atau limbah industri, apabila berkadar relatif tinggi dapat menjadi racun baik bagi akar maupun bagi mikrobia tanah. Adanya sirkulasi udara (aerasi) yang baik akan memungkinkan pertukaran gas-gas ini dengan O<sub>2</sub> dari atmosfer, sehingga aktivitas mikrobia autotrofik yang berperan vital dalam penyediaan unsur-unsur hara menjadi terjamin dan toksisitas gas-gas tersebut ternetralisir.

Air tanah berfungsi sebagai komponen utama tubuh tetanaman dan biota tanah. Sebagian besar ketersediaan dan penyerapan hara oleh tanaman dimediasi oleh air, malah unsur-unsur mobil seperti N, K dan Ca dominan diserap tanaman melalui bantuan mekanisme aliran massa air, baik ke permukaan akar maupun transportasi ke daun. Oleh karena itu, tanaman yang mengalami kekurangan air tidak saja akan layu tetapi juga akan mengalami defisiensi hara. Untuk menghasilkan 1 g biomass kering, tanaman membutuhkan sekitar 500 g air, yang 1 %nya mengisi setiap unit sel-sel tanaman.

Bahan organik dan mineral tanah terutama berfungsi sebagai gudang dan penyuplai hara bagi tetanaman dan biota tanah. Bahan mineral melalui bentuk partikel-partikelnya merupakan penyusun ruang pori tanah yang tidak saja berfungsi sebagai gudang udara dan air, tetapi juga sebagai ruang untuk akar berpenetrasi, makin sedikit ruang

pori ini akan makin tidak berkembang sistem perakaran tanaman. Bahan organik merupakan sumber energi, karbon dan hara bagi biota heterotrofik (pengguna senyawa organik), sehingga keberadaan BOT (bahan organik tanah) akan sangat menentukan populasi dan aktivitasnya dalam melepaskan hara-hara tersedia yang dikandung BOT tersebut.

Dalam berpenetrasi ini, pada kondisi ideal perakaran tanaman dapat tumbuh dan berpenetrasi baik secara lateral maupun vertikal sejauh beberapa cm per hari, sehingga tanaman jagung dewasa yang ditanam berjarak 100 cm dapat mempunyai sistem perakaran yang saling bersentuhan dengan kedalaman lebih dari 2 meter. Bahkan tanaman alfalfa diketahui dapat mencapai kedalaman sampai 7 m, dengan rerata 2-3 m. Tanaman kedelai dapat berpenetrasi hingga 35 cm lateral dan 1 m horizontal. Makna terpenting dari makin berkembangnya sistem perakaran ini adalah makin banyaknya hara dan air yang dapat diserap tanaman, sehingga makin terjamin kebutuhannya selama proses pertumbuhan dan produksinya, dan akhirnya makin produktif suatu areal lahan.

## 5.2. Sifat Fisik Tanah

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa fungsi pertama tanah sebagai media tumbuh adalah sebagai tempat akar mencari ruang untuk berpenetrasi (menelusup), baik secara lateral atau horizontal maupun secara vertikal. Kemudahan tanah untuk dipenetrasi ini tergantung pada ruang pori-pori yang berbentuk di antara partikel-partikel tanah (tekstur dan struktur), sedangkan stabilitas ukuran ruang ini tergantung pada konsistensi tanah terhadap pengaruh tekanan. Kerapatan porositas tersebut menentukan kemudahan air

untuk bersirkulasi dengan udara (drainase dan aerasi). Sifat fisik lain yang penting adalah warna dan suhu tanah. Warna mencerminkan jenis mineral penyusun tanah, reaksi kimiawi, intensitas pelindian dan akumulasi bahan-bahan yang terjadi, sedangkan suhu merupakan indikator energi matahari yang dapat diserap oleh bahan-bahan penyusunan tanah.

Tanah yang gembur akan memberikan kelonggaran bagi perkembangan akar serta memperlancarkan persediaan oksigen dan drainase yang baik. Ketersediaan oksigen juga diperlukan untuk proses dan aktivitas jasad renik tanah yang menguraikan bahan organik menjadi unsur hara yang selanjutnya dapat diserap oleh tanaman. Contohnya adalah bakteri *Rhizobium* sp. Pada leguminoceae akan membantu proses penangkapan  $N_2$  dari udara dan akan dikonversi menjadi Nitrat, sedangkan bakteri Nitrifikasi akan merubah  $NO_2$  menjadi  $NO_3$ .

Drainase tanah yang baik akan mencegah penggenangan air, mengatur suhu dan kelembaban tanah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman. Selain itu, dengan drainase yang baik akan terhindar perkembangan berbagai patogen seperti cendawan yang merugikan.

Secara keseluruhan sifat-sifat fisik tanah ditentukan oleh (1). Ukuran dan komposisi partikel-partikel hasil pelapukan bahan penyusunan tanah. (2). Jenis dan proporsi komponen-komponen penyusunan partikel-partikel ini. (3). Keseimbangan antara suplai air, energi dan bahan dengan kehilangannya; dan (4). Intensitas reaksi kimiawi dan biologis yang telah atau sedang berlangsung.

### 5.2.1 Tekstur

Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah (separat) yang dinyatakan sebagai perbandingan proporsi (%) relatif antara fraksi pasir (*sand*) (berdiameter 2,00-0,20 mm atau 2000-200  $\mu\text{m}$ , debu (*silt*) (berdiameter 0,20-0,002 mm atau 200-2  $\mu\text{m}$ ) dan liat (*clay*) (<2  $\mu\text{m}$ ). Partikel berukuran di atas 2 mm seperti kerikil dan bebatuan kecil tidak tergolong sebagai fraksi tanah, tetapi harus diperhitungkan dalam evaluasi tekstur tanah. Klasifikasi ukuran, jumlah dan Was permukaan fraksi-fraksi tanah menurut sistem USDA dan Sistem Internasional tertera pada Tabel 5.1. berikut:

Tabel 5.1. memperlihatkan bahwa makin kecil ukuran separat berarti makin banyak jumlah dan makin luas permukaannya per satuan bobot tanah, yang menunjukkan makin padatnya partikel-partikel per satuan volume tanah. Hal ini berarti makin banyak ukuran pori mikro yang terbentuk, sebaliknya jika ukuran separat makin besar.

Tanah yang didominasi pasir akan banyak mempunyai pori-pori makro (besar) (disebut lebih *poreus*), tanah yang didominasi debu akan banyak mempunyai pori-pori meso (sedang) (agak *poreus*), sedangkan yang didominasi liat akan banyak mempunyai pori-pori mikro (kecil) atau tidak *poreus*. Hal ini berbanding terbalik dengan luas permukaan yang terbentuk, luas permukaan mencerminkan luas situs yang dapat bersentuhan dengan air, energi atau bahan lain, sehingga makin dominan fraksi pasir akan makin kecil daya menahan tanah terhadap ketiga material ini, dan sebaliknya jika liat yang dominan. Sebagai hasilnya, maka (1). Makin *poreus* tanah akan makin mudah akar untuk berpenetrasi, serta makin mudah air dan udara untuk bersirkulasi

(drainase dan aerasi baik: air dan udara banyak tersedia bagi tanaman), tetapi makin mudah pula air untuk hilang dari tanah, dan sebaliknya. (2). Makin tidak *poreus* tanah akan makin sulit akar untuk berpenetrasi, serta makin sulit air dan udara untuk bersirkulasi (drainase dan aerasi buruk: air dan udara sedikit tersedia), tetapi air yang ada tidak mudah hilang dari tanah. (3). Oleh karena itu, maka tanah yang baik dicerminkan oleh komposisi ideal dari kedua kondisi ini, sehingga tanah bertekstur debu dan lempung akan mempunyai ketersediaan yang optimum bagi tanaman, namun dari segi nutrisi tanah lempung lebih baik ketimbang tanah bertekstur debu.

Fraksi pasir umumnya didominasi oleh mineral kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) yang sangat tahan terhadap pelapukan, sedangkan fraksi debu sanya berasal dari mineral feldspar dan mika yang cepat lapuk, pada saat pelapukannya akan membebaskan sejumlah hara, sehingga tanah bertekstur debu umumnya lebih subur ketimbang tanah tekstur pasir.

Uraian ini menunjukkan bahwa fraksi pasir dan debu lebih berperan secara fisik, sedangkan karena sebagian fraksi liat yang berukuran <1  $\mu\text{m}$  merupakan koloid atau partikel bermuatan listrik yang aktif sebagai situs pertukaran anion atau kation, maka fraksi liat lebih berperan secara kimiawi ketimbang secara fisik.

Perbedaan jumlah dan luas permukaan partikel-partikel per satuan volume tanah, maka di lapangan jika tanah yang telah dibasahi dirasakan dengan kulit jari-jari tangan, maka fraksi pasir akan terasa kasar dan tidak lekat, fraksi debu akan terasa agak halus dan agak lekat, tetapi tidak licin, sedangkan fraksi liat akan terasa halus, lekat, dan licin.

Tekstur tanah dibagi menjadi 12 kelas seperti tertera pada Tabel 5.2.

menunjukkan bahwa suatu tanah disebut bertekstur pasir apabila mengandung minimal 85% pasir, bertekstur debu apabila berkadar minimal 80% debu dan bertekstur liat apabila berkadar minimal 40% liat. Tanah yang berkomposisi ideal yaitu 22,5- 52,5% pasir, 30-50% debu dan 10-30% liat disebut bertekstur Lempung.

Berdasarkan kelas teksturnya maka tanah digolongkan menjadi (1). Tanah bertekstur kasar atau tanah berpasir berarti tanah yang mengandung minimal 70% pasir atau bertekstur pasir atau pasir berlempung (tiga macam). (2). Tanah bertekstur halus atau tanah berliat berarti tanah yang mengandung minimal 37,5% liat atau bertekstur liat, liat berdebu atau liat berpasir (3 macam). (3). Tanah bertekstur sedang atau tanah berlempung, terdiri dari (a). Tanah bertekstur sedang tetapi agak kasar meliputi tanah yang bertekstur lempung berpasir (*Sandy Loam*) atau lempung berpasir halus (dua macam). (b). Tanah bertekstur sedang meliputi yang bertekstur lempung berpasir sangat halus, lempung (*Loam*), lempung berdebu (*Silty Loam*) atau debu (*silt*) (4 macam), dan (c). Tanah bertekstur sedang tetapi agak halus mencakup lempung liat (*Clay loam*), lempung liat berpasir (*Sandy clay Loam*) atau lempung liat berdebu (*Sandy-silt Loam*) (3 macam).

Melalui pengetahuan tentang sifat-sifat fraksi pasir, debu dan liat sebagaimana dijelaskan sebelumnya, apabila kelas tekstur tanah diketahui, maka gambaran umum tentang sifat fisik tanah dapat diperkirakan.

Di lapangan tekstur tanah dapat ditetapkan berdasarkan kepekaan indra perasa (kulit jari jempol dan telunjuk) yang membutuhkan pengalaman dan kemahiran, makin peka indra perasa ini, hasil penetapannya akan makin

mendekati kebenaran atau makin identik dengan basil penetapan di laboratorium. Cara ini disebut metode rasa, dilakukan dengan mengambil seongkah tanah seberat kira-kira 10 g, pecahkan perlahan, basahi dengan air secukupnya, lalu pijit di antara jari jempol dan telunjuk, geser-geserkan jari telunjuk sambil merasai derajat kekasaran, kelicinan, dan kelengketan partikel-partikel tanah. Melalui perbandingan rasa ketiganya maka secara kasar tekstur tanah dapat diperkirakan, misalnya indra kulit merasakan partikel-partikel (1). Terasa kasar, tanpa rasa licin dan tanpa rasa lengket, serta tidak bisa membentuk gulungan atau lempengan kontinu, maka berarti tanah bertekstur pasir. (2). Sebaliknya jika partikel tanah terasa halus, lengket dan dapat dibuat gulungan atau lempengan kontinu, maka berarti tanah bertekstur liat. (3). Tanah bertekstur debu akan mempunyai partikel-partikel yang terasa agak halus dan licin tetapi tidak lengket, serta gulungan atau lempengan yang terbentuk rapuh atau mudah hancur. (4). Tanah bertekstur lempung akan mempunyai partikel-partikel yang mempunyai rasa ketiganya secara proporsional, apabila yang terasa lebih dominan adalah sifat pasir, maka berarti tanah bertekstur lempung berpasir, dan seterusnya.

Hasil penetapan menurut metode rasa ini akan makin baik apabila untuk setiap titik pengamatan dilakukan beberapa kali, paling tidak tiga kali (tiga ulangan).

Di Laboratorium, tekstur tanah umumnya ditetapkan melalui dua metode, yaitu metode pipet (kurang teliti) atau metode hidrometer "*Bouyoucos*" (lebih teliti), yang keduanya didasarkan pada perbedaan kecepatan jatuhnya partikel-partikel tanah di dalam air dengan asumsi bahwa kecepatan

jatuhnya partikel yang berkepadatan (*density*) sama dalam suatu larutan akan meningkat secara linear apabila radius partikel bertambah secara kuadratik:

$$V = \frac{2gr^2(dp - d)}{9n}$$

di mana :

- V = kecepatan jatuhnya partikel (cm detik<sup>-1</sup>)
- g = percepatan karena gravitasi (cm detik<sup>-1</sup>)
- dp = kepadatan partikel (g cm<sup>-3</sup>)
- d = kepadatan larutan (g cm<sup>-3</sup>)
- r = radius partikel (cm)
- n = viskositas absolut larutan (dyne detik cm<sup>-3</sup>).

Melalui metode hidrometer tersebut (1). fraksi pasir merupakan partikel-partikel yang turun ke dasar suspensi selama kurang dari 40 detik. (2). fraksi debu turun antara 40 detik hingga hampir dua jam, sedangkan. (3). sisanya yang masih tersuspensi merupakan fraksi liat.

Proporsi hasil penetapan masing-masing fraksi tanah ini kemudian dicocokkan dengan proporsi pada segitiga tekstur (Gambar 3.1), misalnya contoh tanah o berkadar pasir 25%, debu 25% dan liat 50%, maka berarti tanah bertekstur liat.

Peran tekstur tanah sebagaimana diuraikan di atas akan memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman, hasil penelitian pengaruh tekstur tanah terhadap produksi jagung dan kentang tertera pada Tabel 3.3. Tabel 3.3 ini menunjukkan bahwa jagung ideal tumbuh pada tanah bertekstur lempung, sedangkan kentang ideal pada tanah

bertekstur lempung berpasir ketimbang yang bertekstur liat dan pasir berlempung. Namun keduanya tumbuh ideal pada tanah bertekstur pasir apabila disertai dengan irigasi. Pada kondisi tanpa irigasi, tanah lempung memberikan sifat-sifat fisik yang baik sebagaimana diuraikan sebelumnya, sehingga sistem perakarannya leluasa untuk berkembang.

Tanah yang lebih baik adalah tanah bertekstur lempung berpasir ketimbang tekstur lempung terkait dengan kebutuhan tanaman kentang terhadap ruang untuk perpanjangan dan pembesaran umbinya. *Pinus resinosa* ideal pada tanah bertekstur lempung berpasir meskipun jika dibanding dengan tanah bertekstur pasir yang diberi air irigasi.

Pada tanah-tanah di daerah tropika, nisbah debu : Liat merupakan kriteria penting dalam mengevaluasi fenomena seperti: (1) migrasi liat, (2) taraf pelapukan fisik, dan (3) umur bahan induk tanah; serta (4) klasifikasi tanah (Lal, 1979).

### 5.2.2 Struktur

Apabila tekstur mencerminkan ukuran partikel dari fraksi-fraksi tanah, maka struktur merupakan kenampakan bentuk atau susunan partikel-partikel primer tanah (pasir, debu dan liat individual) hingga partikel-partikel sekunder (gabungan partikel-partikel primer yang disebut *ped* (gumpalan) yang membentuk agregat (bongkah). Tanah yang partikel-partikelnya belum bergabung, terutama yang bertekstur pasir, disebut tanpa struktur atau berstruktur lepas, sedangkan tanah bertekstur liat, yang terlihat massif (padu tanpa ruang pori, yang lembek jika basah dan keras jika kering) atau apabila dilumat dengan air membentuk pasta disebut juga tanpa struktur.

Tabel 5.1. Klasifikasi ukuran, jumlah dan luas permukaan fraksi-fraksi tanah menurut Sistem USDA dan Sistem Internasional

Separat tanah	Diameter (mm)		Jumlah partikel (g-1)	Was permukaan (cm <sup>2</sup> g-1)
	USDA	Internasional		
Pasir sangat kasar	2,00-1,00	-	90	11
Pasir kasar	1,00-0,50	-	720	23
Pasir sedang	0,50-0,25	-	5.700	45
Pasir	-	2,00-0,20	4,088	29
Pasirhalus	0,25-0,10	-	46.000	91
Pasir sangat halus	0,10-0,05	-	722.000	227
Debu	0,05-0,002	-	5.776.000	454
Debu	-	0,02-0,002	2.334.796	271
Liat*)	<0,002	<0,002	90.250.853.000	8.000.000

Struktur tanah berfungsi memodifikasi pengaruh tekstur terhadap kondisi drainase atau aerasi tanah, karena susunan antar ped atau agregat tanah akan menghasilkan ruang yang lebih besar ketimbang susunan antarpartikel primer. Oleh karena itu, tanah yang berstruktur baik akan mempunyai kondisi drainase dan aerasi yang baik pula, sehingga lebih memudahkan sistem perakaran tanaman untuk berpenetrasi dan mengabsorpsi (menyerap) hara dan air, sehingga pertumbuhan dan produksi menjadi lebih baik. Hal ini terbukti dari percobaan pemupukan yang mendapatkan bahwa produksi jagung pada tanah tanpa pupuk tetapi beragregat baik ternyata 2,3 kali lebih besar ketimbang produksi pada tanah beragregat buruk yang diberi pupuk. Penanaman melindungi agregat tanah dari hantaman air hujan, sehingga makin rapat tajuk tanaman akan makin baik pengaruhnya terhadap agregat tanah. Struktur tanah mempunyai peran sebagai regulator yang (1). menyinambungkan arah pipa yang terbentuk dari berbagai ukuran pori-pori yang berinterkoneksi, stabilitas dan durabilitasnya, (2). mengatur retensi dan pergerakan air tanah yang meliputi:

(a), difusi gas dari dan ke atmosfer, (b). mengontrol *proliferasi* (pertumbuhan) akar dan perkembangannya, (c) Kemudian secara langsung atau tak langsung terkait dengan (d). erosi air atau angin. (e). penggenangan dan aerasi tanah. (f). stres tanaman akibat kekeringan. (g). pelindian atau kehilangan hara-hara tanaman; dan (h). temperatur tanah.

Di lapangan, struktur tanah dideskripsikan menurut (1). tipe, indikator bentuk dan susunan ped, yaitu: bulat, lempeng, balok dan prisma. (2). kelas, indikator bentuk struktur yang terbentuk dari ped-ped penyusunnya, menghasilkan 7 tipe struktur tanah, sebagaimana tertera pada Tabel 3.4, dan (3). gradasi, indikator derajat agregasi atau perkembangan struktur, yang dibagi menjadi (a) tanpa struktur, jika agregasi tak terlihat atau terbatas tidak jelas atau baur dengan batas-batas alamiah, (b) lemah, jika ped sulit terbentuk tetapi terlihat, (c) sedang, jika ped dapat terbentuk dengan baik, tahan lama dan jelas, tetapi tak jelas pada tanah utuh, dan (d) kuat, jika ped kuat, pada tanah utuh jelas terlihat dan antar ped terikat lemah namun tahan jika dipindahkan dan hanya terpisah apabila tanah terganggu.

Mekanisme pembentukan struktur dimulai dari butiran tunggal atau dari bentuk masif. Apabila berasal dari butir-butir tunggal, maka perkembangannya dimulai dari pengikatan partikel-partikel tanah membentuk *cluster* (gerombol) yang kemudian menjadi ped.

Lima mekanisme utama yang menyatukan partikel-partikel ini meliputi: (1) aktivitas penetrasi akar pada saat berkembang, (2) pergerakan air yang mengikuti arah perkembangan akar menyebabkan terjadinya pengikisan dan pemecahan tanah yang kemudian memicu pembentukan ped; dan (3) aktivitas keluar masuknya fauna tanah, (4). Pembasahan dan pengeringan yang merenggang-ciutkan partikel-partikel dan (5). Pencairan dan pembekuan yang juga merenggang-ciutkan partikel-partikel.

Stabilitas ped yang terbentuk (juga agregat) tergantung pada dua kondisi, yaitu (1). Keutuhan tanah permukaan ped pada saat rehidrasi, dan (2). Kekuatan ikatan antar koloid-partikel di dalam ped pada saat basah.

Stabilitas ped ini dapat ditentukan melalui metode penyaringan basah. Dalam metode ini, tanah kering diletakkan dalam saringan kemudian dicelupkan ke dalam air, air segera meresap dan mendesak udara yang terperangkap di ruang-ruang pori tanah, ped yang tidak kuat terhadap tekanan ini akan pecah dan rusak, turun lewat lobang-lobang saringan. Ped-ped yang tertinggal merupakan ped yang stabil terhadap air.

Secara umum terdapat tiga kelompok bahan koloidal (partikel berdiameter  $< 1 \mu\text{m}$ ) yang bertindak sebagai agen perekat (*cementing agent*) partikel-partikel dalam proses pembentukan agregat (agregasi) tanah, yaitu (1) Mineral-mineral Liat koloidal. (2) Oksida-oksida besi dan mangan koloidal, dan (3) Bahan organik koloidal,

termasuk hasil aktivitas dan perombakan sel-sel mikrobia.

Oleh karena koloid-koloid ini bermuatan negatif, maka molekul-molekul air yang dapat bertindak secara dipolar (bermuatan + dan -) terjerap (adsorpsi) ke permukaan koloid liat tersebut. Pada saat air menguap, maka lempeng-lempeng liat akan berdekatan dan dibantu oleh agen perekat, maka terjadilah agregasi.

Pada tanah horizon A di Wisconsin USA urutan kepentingan agen-agen pengikat pembentuk ped berdiameter  $> 0,5 \text{ mm}$  adalah sebagai berikut (1). Secara umum lendir mikrobial  $> \text{Fe-oksida} > \text{C-organik} > \text{liat}$ . (2). Lempung berdebu Parr: lendir mikrobial  $> \text{liat} > \text{Fe-oksida} > \text{C-organik}$ . (3). Lempung berliat Almena : lendir mikrobial  $> \text{Fe-oksida}$ . (4). lempung berliat Miami : lendir mikrobial  $> \text{Fe-oksida} > \text{C-organik}$ , dan (5). lempung berliat Kewaunee : Fe-oksida  $> \text{liat} > \text{lendir mikrobial}$ .

Pentingnya peran lendir (gum) mikrobial sebagai agen pengikat adalah menjamin kelangsungan aktivitas mikrobia dalam proses pembentukan ped (dan agregasi) tersebut. Polimer-polimer organik yang merupakan polisakarida berbobot-molekul besar dapat berasal dari lendir ekstraseluler atau dinding-dinding sel-sel mikrobia, membentuk jaringan seperti jala yang efektif dalam menyatukan partikel-partikel tanah. Hidroksi polimer-polimer ini dan atom-atom oksigen permukaan liat membentuk ikatan-ikatan hidrogen sebagai jembatan pengikat, sedangkan terhadap partikel nonkoloidal, polimer-polimer ini bertindak sebagai lem perekat. Miselia jamur dan aktinomisetes juga efektif sebagai agen pengikat ini. Pada tanah Latosol di daerah tropis, agen pengikat yang terpenting adalah Fe-oksida karena tingginya kadar Fe-oksida pada tanah ini.

Tabel 5.3. Pengaruh kelas tekstur dominan lapisan atas tanah terhadap produksi jagung dan kentang

Kelas tekstur dominan	Produksi (per hektar)	
	Jagung (ton)	Kentang (Ton)
Liat	5,030	-
Lempung	6,287	28,00
Lempung berpasir	5,030	33,60
Pasir berlempung	3,772	28,00
Pasir (+ irigasi)	7,544	33,60

Tabel 5.4. Deskripsi tipe-tipe struktur tanah

Tipe struktur	Deskripsi Ped	Lokasi horizon
1. Granuler	<i>Relatif tak poreus, kecil dan agak bulat; tidak terikat membentuk ped.</i>	A
2. Remah	= 1 tetapi relatif poreus; antarped tidak terikat.	A
3. Lempeng	Seperti tumpukan susunan piringan yang berikatan lemah; disebut plat jika tebal dan laminar jika tipis.	E tanah hutan atau Bt tanah liat
4. Balok bersudut	Seperti balok-balok yang terbentuk dari ikatan ped-ped yang sisi-sisinya bersudut tajam. Ikatan antar ped ini sering putus membentuk balok-balok kecil.	Bt
5. Balok persegi	= 4, tetapi ped-ped penyusun bersisi-sisi bulat agak persegi.	Bt
6. Prisma	Seperti pilar-pilar berpermukaan rata yang terikat oleh ped prisma lainnya sebagai penyela.	Bt
7. Kolumnar	Ped prisma ini ada yang pecah membentuk ped balok kecil. = 6, tetapi berpermukaan bulat melingkar yang diikat secara lateral oleh ped pilar lainnya sebagai penyela.	Bt

### 5.2.3 Aerasi Tanah

Aerasi tanah merupakan istilah yang mengindikasikan kondisi tata-udara (keluar-masuknya udara) dalam tanah. Aerasi baik berarti keluar-masuknya udara dari hambatan, sedangkan aerasi buruk berarti sebaliknya. Pada tanah beraerasi bueruk, akan terjadi penghambatan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman akibat tertekannya (1). Pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman. (2). Respirasi

akar. (3). Absorpsi (penyerapan) air dan unsur hara. Serapan hara yang paling terganggu adalah kalium, kemudian kalsium, magnesium, nitrogen dan fosfor (4). Aktivitas mikrobia yang terkait dengan kesuburan tanah.

Hal ini terutama terkait dengan proses respirasi akar tanaman yang menyerap O<sub>2</sub> dari udara tanah dan melepaskan CO<sub>2</sub> sehingga jika aerasi buruk akan terjadi akumulasi CO<sub>2</sub> dan defisit O<sub>2</sub> konsrkuensinya respirasi akar dan aktivitas mikrobia aerobik (mutlak

butuh oksigen) yang terlibat dalam penyediaan hara akan terganggu, maka penyerapan hara melalui mekanisme aktif yang membutuhkan energi kimiawi (ATP) hasil proses respirasi juga akan terhambat. Kemungkinan secara keseluruhan akan menghambat perkembangan dan pertumbuhan tanaman.

Pada kondisi aerasi baik kadar  $\text{CO}_2$  udara tanah lebih tinggi 6-7 kali (jika aerasi buruk dapat hingga 10-100 kali), kadar  $\text{O}_2$  lebih rendah dan kadar  $\text{N}_2$  lebih tinggi daripada kandungan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  dan  $\text{N}_2$  atmosfer. Hal ini disebabkan oleh (1). Adanya respirasi akar (juga mikroflora fotosintetik dan fauna tanah) seperti dijelaskan diatas, dan (2). Aktivitas mikrobia dalam dekomposisi bahan organik yang melepaskan gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{N}_2$  (denitrifikasi), serta fiksasi  $\text{N}_2$  (seperti bakteri rhizobium),  $\text{CO}_2$  (mikrobia heterotrofik) dan  $\text{O}_2$  (mikrobia aerobik), terutama terkait dengan (3). Kecenderungan udara yang mengalir dari temperatur tinggi (tanah) ke temperatur udara (atmosfer) terutama di malam hari dan sebaliknya di siang hari, dan (4). Adanya gas-gas yang berdifusi dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah ( $\text{N}_2$  dan  $\text{CO}_2$  dari tanah ke udara dan  $\text{O}_2$  dari udara ke tanah).

Umumnya tanaman tumbuh normal pada saat pori tanah terisi udara >10% oksigen, idealnya sekitar 21%. Di bawah kadar 10% pertumbuhan akan terhambat dan akan berhenti sama sekali apabila kadarnya kurang dari 2%. Laju difusi oksigen di dalam air adalah 10 ribu kali lebih kecil ketimbang laju difusi oksigen di udara tanah, sehingga peningkatan kadar air tanah akan menghambat penetrasi oksigen ini yang kemudian menyebabkan tertekannya respirasi akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akar kebanyakan tanaman ideal pada laju difusi oksigen

minimal 30 x 10 cm menit, tidak mampu berpenetrasi ke dalam tanah apabila laju difusi kurang dari 20 x 10 cm menit, dan pada kondisi jenuh air terjadi defisit oksigen yang menyebabkan matinya tanaman. Pada kacang kapri dan tomat, derisiensi oksigen selama 24 jam saja telah menghambat pertumbuhannya. Pada tomat terlihat setelah 10-15 hari kemudian dengan penurunan bobot terjadi pada 45-50 hari kemudian dengan penurunan bobot hingga 25% yang baru pulih setelah 70 hari.

Kepekaan tanaman terhadap aerasi tanah yang buruk atau defisiensi oksigen adalah sebagai berikut (1). Peka: tomat, kentang, biet gula, kacang pea dan barlei. (2). Sedang: jagung, gandum, oat, dan kedelai. (3). Agak tahan: sorgum (dapat terendam beberapa hari), rumput sudan dan reed canary, dan (4). Toleran: willow, padi, cattail, dan beberapa sedge yang dapat menyerap udara ke dalam perakarannya yang tenggelam. Pada padi mekanisme ini terjadi karena adanya interkoneksi pembuluh udara dalam korteks, yang dapat menyuplai oksigen asalkan trubusnya menyembul ke udara.

Kadar  $\text{CO}_2$  pada udara tanah bervariasi antara 0,1-5,0% dan jika aerasi buruk dapat mencapai hampir 20%. Pada kondisi tergenang (reduksi) udara tanah juga banyak mengandung gas metan, hidrogen sulfida dan amoniak. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar  $\text{CO}_2$  - $\text{O}_2$  udara tanah tertera pada Tabel 3.8 yang secara umum merupakan konsekuensinya terhambat aktivitas akar dan mikrobia, serta difusi yang menyebabkan naiknya kadar  $\text{CO}_2$  dan turunnya kadar  $\text{O}_2$ .

#### 5.2.4 Temperatur Tanah

Temperatur (suhu) adalah suatu sifat tanah yang sangat penting secara langsung mempengaruhi

pertumbuhan tanaman dan juga terhadap kelembaban, aerasi, struktur, aktivitas mikrobial, dan enzimatik, dekomposisi serasah/sisa tanaman dan ketersediaan hara-hara tanaman. Temperatur tanah merupakan salah satu faktor tumbuh tanaman yang penting sebagaimana halnya air, udara dan unsur hara. Proses kehidupan biji, akar tanaman dan mikrobia tanah secara langsung dipengaruhi oleh temperatur tanah. Laju reaksi kimiawi meningkat dua kali lipat untuk setiap 10° kenaikan temperatur.

Temperatur tanah sangat mempengaruhi aktivitas mikrobial tanah. Aktivitas ini sangat terbatas pada temperatur di bawah 10°C, laju optimum aktivitas biota tanah yang menguntungkan terjadi pada temperatur 18–30°C, seperti bakteri pengikat N pada tanah berdrainase baik. Nitrifikasi berlangsung optimum pada temperatur sekitar 30°C. Pada temperatur di atas 30°C lebih banyak unsur K-tertukar dibebaskan ketimbang pada temperatur yang lebih rendah, sehingga penyerapannya oleh akar juga meningkat. Pada temperatur di atas 40°C, mikrobia umumnya menjadi inaktif.

Temperatur adalah istilah untuk menyatakan intensitas atau level panas yang berfungsi sebagai indikator level atau derajat aktivitas molekuler. Dalam "*Handbook of Chemistry and Physics*", temperatur didefinisikan sebagai "kondisi suatu bodi yang menentukan transfer panas ke atau dari bodi lainnya". Temperatur dinyatakan dalam derajat (a). Skala *centigrade* pada tahun 1742 oleh Anders Celsius (ahli Astronomi Swedia), yang kemudian paling umum digunakan di dunia. Satu *centigrade* = 1/100 dari total perbedaan anatar temperatur air pada titik didih di bawah tekanan atmosfer baku {700 mm Hg (merkuri)}. (b). Interval temperatur ini

juga digunakan untuk menyatakan temperatur absolut (derajat Kelvin), namun skalanya dimulai pada -273,18 °C sebagai titik nol, dan (c). Pada tahun 1724 seorang blower gelas bangsa Jerman "Fahrenheit" mengembangkan sistem graduasi temperatur dengan menggunakan temperatur terbeku dari campuran amonium klorida – es – air sebagai titik nol dan panasa darah sebagai titik 100 °F. (d). Hubungan ketiga skala temperatur ini adalah :

$$\begin{aligned} ^\circ\text{K} &= ^\circ\text{C} + 273 \\ ^\circ\text{C} &= (^\circ\text{F} - 32) \times 0,556 \\ ^\circ\text{K} - 273 &= ^\circ\text{C} = 0,556 ^\circ\text{F} - 17,8 \end{aligned}$$

Jumlah panas yang ada dalam suatu bodi disebut sebagai kapasitas thermal atau kapasitas panas. Kapasitas thermal suatu substansi dapat didefinisikan sebagai jumlah panas yang dibutuhkan untuk mengubah temperatur per satuan bobot massa substansi tersebut. Satuan kapasitas panas adalah gram per kalori ( $\text{g cal}^{-1}$ ), yaitu jumlah panas yang dibutuhkan untuk mengubah temperatur 1 gram air dari 15 menjadi 16 °C. Panas spesifik adalah kapasitas panas suatu substansi yang dihubungkan dengan sifat air, yang berpanas-spesifik air =  $1 \text{ cal g}^{-1}$ , sedangkan kebanyakan mineral-mineral penyusun tanah panas-spesifik hampir  $0,2 \text{ cal g}^{-1}$ . secara umum semua substansi berkapasitas-panas lebih kecil dari air (Kohnke, 1980).

Temperatur tanah ditentukan oleh interaksi sejumlah faktor dengan dua sumber panas, yaitu radiasi sinar matahari dan langit (dominan), serta konduksi dari interior tanah (sangat sedikit). Faktor-faktor eksternal (lingkungan) yang berperan menyebabkan terjadinya perubahan temperatur tanah meliputi:

$$\begin{aligned} ^\circ\text{K} &= ^\circ\text{C} + 273 \\ ^\circ\text{C} &= (^\circ\text{F} - 32) \times 0,556 \\ ^\circ\text{K} - 273 = ^\circ\text{C} &= 0,556 ^\circ\text{F} - 17,8 \end{aligned}$$

Jumlah panas yang ada dalam suatu bodi disebut sebagai kapasitas thermal atau kapasitas panas. Kapasitas thermal suatu substansi dapat didefinisikan sebagai jumlah panas yang dibutuhkan untuk mengubah temperatur per satuan bobot massa substansi tersebut. Satuan kapasitas tanah adalah gram per kalori ( $\text{g cal}^{-1}$ ), yaitu jumlah panas yang dibutuhkan untuk mengubah temperatur 1 gram air dari 15 menjadi 16  $^\circ\text{C}$ . Panas spesifik adalah kapasitas panas suatu substansi yang dihubungkan dengan sifat air ini, yang berpanas – spesifik air =  $1 \text{ cal g}^{-1}$ , sedangkan kebanyakan mineral-mineral penyusun tanah berpanas-spesifik hampir  $0,2 \text{ cal g}^{-1}$ . secara umum semua substansi berkapasitas – panas lebih kecil dari air (Kohnke, 1980).

Temperatur tanah ditentukan oleh interaksi sejumlah faktor, dengan dua sumber panas, yaitu radiasi sinar matahari dan langit (dominan), serta konduksi dari interior tanah (sangat sedikit). Faktor-faktor eksternal (lingkungan) yang berperan menyebabkan terjadinya perubahan temperatur tanah meliputi : (1). Radiasi solar. Jumlah panas matahari yang mencapai permukaan bumi adalah  $2 \text{ cal g}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ menit}^{-1}$  atau  $2 \text{ langleys menit}^{-1}$ , namun yang benar-benar diterima oleh permukaan tanah jauh berkurang, tergantung pada : (a) sudut temu antar matahari –muka tanah yang dipengaruhi oleh latitudo, musim, waktu, kecuraman dan arah lereng, serta altitudo lokasinya, dan (b) insulasi oleh udara, uap air, awan, debu, kabut, salju, tetanaman, dan mulsa. (2). Didaerah Temperate, radiasi yang diterima permukaan bumi adalah  $100 - 800 \text{ langleys per hari}$ , yang secara rata-rata setara dengan

kebutuhan energi untuk mengevaporasikan lapisan air setebal 1 cm diperlukan  $560 \text{ langleys}$ . Namun demikian hanya sebagian dari total radiasi ini yang tersedia untuk menyuplai energi yang dibutuhkan untuk evaporasi dan transpirasi tersebut. Sisa energi ini jika tidak terpakai untuk menaikkan temperatur tanah dan fotosintesis, diradiasikan kembali ke langit.

Radiasi solar terjadi sebagai radiasi gelombang pendek dengan panjang gelombang antara  $0,3 - 5,0 \text{ um}$ . (1). Radiasi dari langit, yang berkontribusi relatif besar dalam menyuplai panas pada tanah di areal yang sinar matahari dapat menembus atmosfer bumi. (2). Konduksi panas dari atmosfer. Oleh karena konduksi panas yang menerobos udara adalah sedikit, maka efeknya terhadap temperatur tanah hanya penting apabila terjadi kontak dengan tanah. (3). Kondensasi, merupakan proses eksothermik. Apabila uap air dari atmosfer atau dari kedalaman tanah yang berbeda berkondensasi di dalam tanah maka akan terjadi peningkatan temperatur tanah, hingga  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  atau lebih. (4). Evaporasi, merupakan proses endothermik yang berefek kebalikan. (5). Curah hujan berperan menurunkan temperatur tanah. (6). Insulasi, dapat berupa tanaman penutup tanah, mulsa, salju, awan dan asap yang menghalangi sampainya radiasi matahari ke permukaan tanah, dan (7). Vegetasi, melalui pengaruhnya terhadap transpirasi, refleksi radiasi dan energi yang digunakannya untuk fotosintesis akan menurunkan temperatur iklim mikro dan secara tidak langsung juga temperatur tanah.

Faktor-faktor internal (tanah) yang berperan meliputi :

### (1) Kapasitas thermal.

Tanah mineral kering mempunyai panas spesifik hampir  $0,2 \text{ cal g}^{-1}$ , yang berarti setiap  $1 \text{ cm}^3$  (biasanya disingkat cc) tanah kering yang tersusun oleh 50 % padatan dan 50 % ruang pori akan mempunyai panas spesifik sebesar  $0,5 \times 2,65 \times 0,2 = 0,265 \text{ cal cm}^3$  (atau rerata  $0,25 \text{ cal cm}^3$ ) oleh karena panas spesifik udara sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

Tanah yang ruang – porinya terisi air akan berpanas-spesifik =  $0,265 + (0,5 \times 1,0) = 0,675 \text{ cal cm}^3$ , yang nilainya akan menurun tergantung proporsi kadar air tanahnya. Panas spesifik es hanya  $0,5 \text{ cal cm}^3$ . panas spesifik gambut secara gravimetris (bobot) akan jauh lebih besar ketimbang tanah mineral, tetapi secara volumetris tidak banyak berbeda. Tanah organik biasanya mempunyai banyak ruang pori, sehingga dalam keadaan jenuh akan berpanas-spesifik besar, yaitu sekitar  $0,9 \text{ cal cm}^3$ .

### (2) Konduktivitas dan difusivitas thermal.

Konduktivitas bahan-bahan pembentuk tanah dan sebagian besar partikel-partikel tanah adalah sekitar  $0,005 \text{ cal detik}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . udara berkonduktivitas 100 kali lebih kecil sedangkan air hanya sekitar seperlima ketimbang mineral pembentuk tanah tersebut. Oleh karena itu, tanah-tanah berstruktur lepas lagi kering akan mempunyai konduktivitas thermal yang sangat rendah ( $0,0003\text{-}0,0005 \text{ cal detik}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ).

### (3) Aktivitas biologis.

Ativitas biologi menghasilkan panas, sehingga makin besar aktivitas ini kan makin banyak pans yang dibebaskan ke tanah. Tanah yang berkadar BOT, hara, dan udara tinggi, serta berapa derajat

lebih tinggi ketimbang tanah yang biologisnya tidak aktif.

### (4) Radiasi

Radiasi dari tanah ke atmosfer yang terjadi secara kontinu, makin tinggi temperatur tanah akan makin besar radiasinya.

### (5) Struktur, Tekstur dan Kelembaban Tanah.

Tanah padat mempunyai konduktivitas thermal lebih besar ketimbang tanah yang gembur, akibat udara yang mengisi tanah gembur ini mempunyai konduktivitas thermal yang jauh lebih rendah ketimbang air, apalagi ketimbang partikel-partikel tanah.

### (6) Garam-garam terlarut

Garam terlarut mempengaruhi evaporsi, kesuburan tanah dan aktivitas biologis tanah, sehingga secara tidak langsung berpengaruh terhadap temperatur tanah. Kadar garam yang tinggi akan menekan aktivitas biologis ini.

#### 5.2.5 Warna Tanah

Warna merupakan salah satu sifat fisik tanah yang lebih banyak digunakan untuk pendeskripsian karakter tanah, karena tidak mempunyai efek langsung terhadap tetanaman tetapi secara tidak langsung berpengaruh lewat dampaknya terhadap temperatur dan kelembaban tanah.

Warna tanah meliputi putih, merah, coklat, kelabu, kuning, dan hitam, kadangkala dapat pula kebiruan atau kehijauan. Kebanyakan tanah mempunyai warna yang tak murni tetapi campuran kelabu, coklat, dan bercak (rust), kerap kali 2-3 warna terjadi dalam bentuk spot-spot, disebut karatan (mottling).

Warna tanah merupakan komposit (campuran) dari warna-warna

komponen-komponen penyusunnya. Efek komponen-komponen terhadap warna komposit ini secara langsung proporsional terhadap total permukaan tanah yang setara dengan luas permukaan spesifik dikali proporsi volumetrik masing-masingnya terhadap tanah, yang bermakna materi koloidal mempunyai dampak terbesar terhadap warna tanah, misalnya humus dan besi-hidroksida yang secara jelas menentukan warna tanah. Besi-oksida berwarna merah, coklat-karatan atau kuning tergantung derajat hidrasinya, besi-tereduksi berwarna biru-hijau, kuarsa umumnya berwarna putih. Batukapur berwarna putih, kelabu, atau kadangkala olive-hijau, dan feldspar mempunyai banyak warna tetapi dominan merah, tergantung tipe dan proporsi mantel-besinya.

Karatan merupakan warna hasil pelarutan dan pergerakan beberapa komponen tanah, khususnya besi (Fe) dan mangan (Mn), selama musim hujan, yang kemudian mengalami presipitasi (pengendapan) dan deposisi (perubahan posisi) ketika tanah mengalami pengeringan. Hal ini terutama dipicu oleh terjadinya : (a) reduksi besi dan mangan ke bentuk larutan, dan (b) oksidasi yang menyebabkan terjadinya pada tanah yang rendah kadar besi atau mangannya, sedangkan karatan berwarna gelap terbentuk apabila besi dan mangan tersebut mengalami presipitasi. Karatan-karatan yang terbentuk ini tidak segera berubah meskipun telah dilakukan perbaikan drainase.

Warna bercak pada tanah juga merupakan indikator terjadinya proses reduksi-oksidasi secara sebentar-sebentar (intermitten) akibat adanya kelebihan air dan buruknya aerasi yang terjadi secara temporer.

Tanah basah atau lembab terlihat lebih gelap ketimbang tanah kering,

karena terkait dengan perbedaan nyata dari sifat refraktif (aksi pembiasan cahaya) komponen padatan tanah dan udara, sehingga warna pada tanah kering akan banyak direfleksikan.

Warna merupakan indikator kondisi iklim tempat tanah berkembang atau asal bahan induknya, tetapi pada kondisi tertentu warna sering pula digunakan sebagai indikator kesuburan atau kapasitas produktivitas lahan, secara umum dikatakan bahwa

Makin gelap tanah berarti makin tinggi produktivitasnya. Dengan berbagai pengecualian mempunyai urutan : putih. Kuning, kelabu, merah, coklat-kekelabuan, coklat-kekaratan Coklat dan hitam. Yang merupakan resultante dari hal-hal berikut: (1). kadar bahan organik yang berwarna gelap, makin tinggi makin gelap. (2). intensitas pelindian unsur-unsur hara pada tanah tersebut, makin intensif makin terang, atau (3). warna terang mencerminkan dominannya kuarsa, yaitu mineral yang tanpa nilai nutrisi sama sekali, sehingga makin dominan makin terang, dan

Pada tanah muda, warna merupakan indikator jenis bahan induknya, sedangkan tanah-tanah tua, merupakan indikator iklim tempat perkembangannya, baik iklim makro maupun iklim tanah. Iklim hangat akan menghasilkan tanah-tanah berwarna merah, khususnya jika tanah berdrainase baik. Warna terang kerap kali merupakan hasil intensifnya pelindian besi dari tanah, yang umumnya bersamaan dengan hilangnya berbagai unsur hara, sehingga tanah berwarna terang sering dikaitkan dengan rendahnya produktivitas.

Warna juga memengaruhi kondisi tanah lainnya melalui efeknya terhadap energi radiatif. Benda berwarna hitam dan gelap cenderung lebih banyak menyerap energi matahari ketimbang

benda berwarna terang atau putih, sehingga pada saat matahari bersinar, tanah-tanah hitam dan gelap cenderung lebih hangat ketimbang tanah-tanah terang atau putih. Lebih banyaknya energi panas yang tersedia dalam tanah akan lebih mendorong laju evaporasi, namun adanya mulsa atau vegetasi penutup tanah atau mengeliminasi perbedaan ini.

### 5.2.6 Klasifikasi Warna

Gelombang elektromagnetik yang dikenal sebagai sinar visibel (dapat dilihat mata) mempunyai panjang gelombang sekitar 0,38 – 0,75  $\mu\text{m}$ . Efek sinar dari berbagai panjang gelombang yang memengaruhi mata (impresi) sangat bervariasi. Perbedaan imperasi inilah yang disebut sebagai “warna”.

Dalam pengklasifikasian warna tanah, metode yang telah dikenal luas oleh banyak Soil Specialist adalah “Sistem Munsell”, yang membedakan warna tanah secara langsung dengan bantuan kolom-kolom warna standar. Warna ini dibedakan berdasarkan tiga faktor basal (basic) berupa komponen warna, yaitu *hue*, *value* dan *chroma*, yang mendasari penyusunan variasi warna pada kartu-kartu Munsell :

Hue merujuk pada spektral atau kualitas warna yang dominan, yang merupakan pembeda antara merah dari kuning, dan lainnya. Dalam hue ini warna dipilah menjadi 10 warna, yaitu : Y (*yellow* = kuning), YR (*yellow – red*) , R (*red* = merah), RP (*red – purple*), P (*Purple* = ungu), PB (*purple – brown*), B (*brown* = coklat), BG (*brown – gray*), G (*gray* = kelabu), dan GY (*gray – yellow*), kemudian setiap warna ini dibagi menjadi kisaran hue : 0 – 2,5, 2,5 – 5,0, 5,0 – 7,5 dan 7,5 – 10, yang pada kartu warna hanya tertulis 2,5, 5,0, 7,5 dan 10.

Value atau brilliance (kecemerlangan) yang mengekspresikan

variasi berkas sinar yang terjadi jika dibandingkan warna putih absolut. Value ini merujuk pada gradasi warna dari putih (skala 10) ke hitam (skala 0), dan Chroma didefinisikan sebagai gradasi kemurnian dari warna, atau derajat pembeda adanya perubahan warna dari kelabu atau putih netral (skala 0) ke warna lainnya (skala 19).

Dilapangan, ambil tanah secukupnya (kira-kira 5 g) cocokan dengan warna yang ada di buku Munsell, misalnya warna tanah terletak pada kartu Hue 2,5 YR, value 3 dan chroma 4, ditulis 2,5 YR  $\frac{3}{4}$  berarti warnanya *dark reddish brown* (coklat kemerahan gelap).

### 5.3 Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah yang penting bagi budidaya tanaman adalah derajat keasaman atau pH tanah. Pada umumnya tanaman membutuhkan kondisi lahan yang netral dengan pH sekitar 7,0. derajat keasaman tanah ini akan lebih banyak berpengaruh pada fase pertumbuhan tanaman dan perkembangan selanjutnya. Hal ini karena pH tanah berkaitan dengan kemampuan tukar ion yang terjadi di dalam tanah yang pada akhirnya akan menentukan ketersediaan unsur hara yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Derajat keasaman tanah yang tidak sesuai dengan syarat perkembangan tanaman mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu dan akhirnya akan memberikan hasil yang tidak memuaskan. Derajat keasaman tanah, akan berpengaruh juga terhadap kehidupan jasad renik atau mikro-organisme tanah yang berperan dalam perombakan bahan organik menjadi unsur hara.

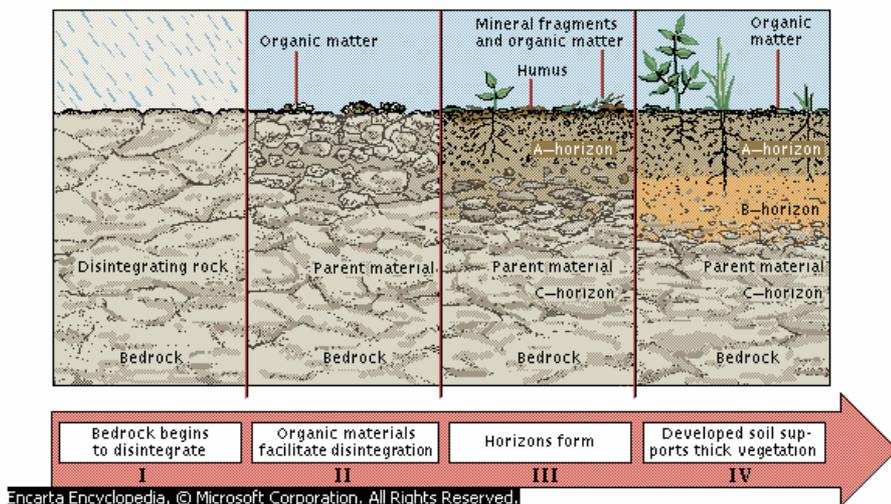
Seperti yang telah disebutkan di atas, aktivitas jasad renik dalam perombakan bahan organik menjadi unsur hara sangat penting bagi

tanaman. Ini merupakan salah satu sifat biologis tanah yang perlu diperhatikan dalam memilih tanah untuk keperluan budidaya. Sifat biologis tanah akan membantu tersedianya unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, membantu melarutkan unsur hara yang tidak dapat larut dalam air melalui

proses biologis. Jasad renik juga dapat membantu proses nitrifikasi, yaitu fiksasi nitrogen dari udara menjadi senyawa nitrit dan kemudian menjadi senyawa nitrat yang dapat dimanfaatkan oleh akan tanaman. Dengan demikian akan menyuburkan tanah.

Tabel 5.5. Penggolongan tanah berdasarkan suhu.

Rerata temperatur tanah tahunan (°C)	Beda temperatur musim panas – musim dingin (°C)	
	≥ 5	≤ 5
< 8	Frigid	Isofrigid
8 - 15	Mesik	Isomesik
15 – 22	Thermik	Isothermik
< 22	Hyperthermik	Isohyperthermik



Gambar 5.2. Perkembangan kesuburan tanah (Encarta, 2006)

#### 5.4 Teknik Pengolahan Tanah

Pengolahan lahan terdiri dari persiapan lahan, pengolahan tanah dan pembuatan bedengan. Lahan untuk budidaya secara konvensional pada umumnya terdiri dari tanah yang merupakan tempat tumbuh tanaman. Oleh karena itu tanah yang akan ditanami harus dipersiapkan sebaik

mungkin sehingga tanaman bisa tumbuh dengan subur dan hasilnya memuaskan.

Sebelum melakukan pengolahan tanah hendaknya lahan dibersihkan terlebih dahulu dari sisa-sisa tanaman yang ada, misalnya rerumputan dan semak yang tumbuh pada lahan tersebut. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengolahan tanah.

Pembersihan lahan ini dapat dilakukan dengan pembabatan, dan pencabutan. Semua bahan organik yang terkumpul diupayakan untuk diproses menjadi kompos dengan menggunakan dekomposer (bio-fertilizer) dan antagonis patogen tular tanah, sehingga diperoleh kompos siap pakai yang mengandung mikroflora tanah yang berfungsi untuk meningkatkan kesuburan tanah dan berdampak positif untuk tanaman yang dibudidayakan.

Pada tanah basah seperti tanah sawah, pembersihan lahan dilakukan dengan membabat atau membenamkan sisa tanaman ke dalam tanah yang terendam air. Untuk mempercepat proses pengomposan pada tanah sawah dapat ditambahkan bio-fertilizer dan dekomposer yang bersifat anaerob.

Pengolahan tanah merupakan kegiatan yang dilakukan agar tanah menjadi gembur dan subur, agar tanaman bisa tumbuh dengan subur dan memberikan banyak hasil. Pengolahan (penggemburan) tanah ini bisa dilakukan

dengan cangkul atau dengan bajak sedalam 20-30 cm.

Setelah kegiatan pengolahan tanah, tahap berikutnya yang harus dikerjakan adalah pembuatan bedengan. Fungsi bedengan adalah memudahkan perawatan tanaman, pengaturan air, penanaman benih atau bibit tanaman. Dengan adanya bedengan maka akan terbentuk saluran-saluran pembuangan air yang sekaligus bisa digunakan sebagai jalan untuk mengamati atau merawat tanaman. Bedengan biasanya dibuat dengan ukuran lebar 1-1,2 meter, panjang 10-15 meter (tergantung luas lahan), tinggi 15-20cm, dan jarak antara bedengan 30-40 cm.

Pembuatan lubang tanam dan pemberian pupuk dasar. Pembuatan lubang tanam dilakukan dengan membuat lubang dan menggemburkan tanah disekitar tanah tersebut. Lubang tanam ini dibuat dengan ukuran lebar 15-20 cm, dalam 20-25 cm dan jarak antar lubang 60 x 70 cm atau 60 x 60 cm.



Gambar 5.3.

Pengolahan tanah. A. Pengolahan tanah di lahan kering dengan menggunakan traktor. B. Pengolahan tanah di lahan sawah dengan menggunakan *hand tractor*.

Setelah pembuatan lubang tanam sesegera mungkin diberi pupuk dasar. Pemberian pupuk dasar diupayakan berupa pupuk organik (kompos/pupuk kandang) yang

mengandung bio-fertilizer dan antagonis. Penambahan kedua bahan tersebut dimaksudkan untuk melakukan kegiatan preventif (pencegahan) agar tanaman terhindar dari serangan

patogen (penyebab penyakit) dan menyiapkan beberapa unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Pada kalangan petani sering disebut sebagai menyiapkan koki (bio-fertilizer) dan dokter tanaman (bo-pestisida).



Gambar 5.4.  
Pembuatan bedengan dengan menggunakan traktor

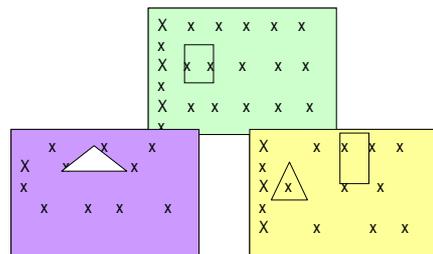
Setelah pembuatan lubang tanam sesegera mungkin diberi pupuk dasar. Pemberian pupuk dasar diupayakan berupa pupuk organik (kompos/pupuk kandang) yang mengandung bio-fertilizer dan antagonis. Penambahan kedua bahan tersebut dimaksudkan untuk melakukan kegiatan preventif (pencegahan) agar tanaman terhindar dari serangan patogen (penyebab penyakit) dan menyiapkan beberapa unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Pada kalangan petani sering disebut sebagai menyiapkan koki (bio-fertilizer) dan dokter tanaman (bo-pestisida).

### 5.5 Teknik Penanaman

Penanaman merupakan aktivitas utama yang akan menentukan tingkat

keberhasilan suatu usahatani. Aktivitas yang dilaku-kan adalah menanam bibit pada kondisi yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga tidak ada yang mati dan mampu menghasilkan produksi seperti yang direncanakan.

Pola tanam dapat dilakukan berupa sistem tunggal atau inter-cropping. Pada umumnya pola tanam diterapkan menyesuaikan dengan pola tanam sebelumnya. Untuk mendapatkan areal penanaman yang sebaik-baiknya dianjurkan untuk menetapkan pola tanam terlebih dahulu. Pola tanam erat kaitannya dengan keoptimuman jumlah pohon per hektar. Ada empat pola tanam yang dianjurkan, diantaranya adalah pola tanam segi empat, pola tanam segitiga, dan pola tanam campuran.



Gambar 5.5  
Beberapa alternatif pola penanaman

Jumlah benih yang harus disemai adalah + 1,5 kali jumlah kebutuhan bibit/tanaman. Jika Anda ingin menanam 2400 pohon maka jumlah benih cabe yang hams anda semai dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Benih Cabe} &= 1,5 \times (\text{jumlah bibit}/1200) \times 10 \text{ gram} \\ &= 1,5 \times 2400/1200 \times 10 \text{ gram} \\ &= 30 \text{ gram atau } + 3 \text{ pack atau} \\ &\quad 3 \text{ bungkus@ } 10 \text{ gram.} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Benih Tomat} = 1,5 \times (\text{jumlah bibit}/1500) \times 10 \text{ gram}$$

Catatan:

Jumlah benih cabe per 10 gram sekitar 1.200 biji  
 Jumlah benih tomat per 10 gram sekitar 1.500 biji

Agar persemaian berhasil dengan baik, Anda dapat memilih tempat persemaian dengan sifat-sifat sebagai berikut :

- Dekat dengan sumber air
- Bebas dari gangguan hewan/hama
- Mudah transportasi
- bebas dari gangguan cuaca (banjir, cahaya matahari secara langsung)
- Benih tomat dan cabe yang akan disemaikan direndam dengan air hangat (50°-60°C) terlebih dahulu selama 6-12 jam
- Selanjutnya benih direndam dalam larutan fungisida ( $\pm$  2-4 gram/liter) selama 30 menit.

Perendaman benih bertujuan untuk melunakkan kulit benih sehingga air dan udara mudah masuk ke dalam benih sehingga mendorong proses perkecambahan. Untuk mencegah masuknya penyakit ke dalam benih dilakukan perendaman dengan *fungisida* (dapat dibeli di toko pertanian). Benih tomat dan cabe berukuran kecil (+ diameter 0,2-0,4 cm). Oleh sebab itu benih tersebut disebar merata pada media persemaian. Media persemaian yang baik adalah tanah yang subur, gembur, mempunyai *aerasi* (aliran udara) dan *drainase* (aliran air) yang baik.

Umumnya media semai yang dapat Anda gunakan untuk benih tomat dan cabe adalah campuran pasir dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Pasir mempunyai sifat *aerasi* (udara dapat keluar dan masuk secara bebas) dan *drainase* (mampu mengalirkan air) yang baik, sedangkan pupuk kandang menyediakan *unsur hara* (zat makanan) yang diperlukan oleh bibit tomat dan cabe.

Lima hari setelah benih tomat dan cabe ditebar akan keluar kecambah. Siramilah kecambah tersebut setiap hari dengan menggunakan *hand sprayer* atau gembor (semprotan tanaman dari plastik).



Gambar 5.6.  
 Hand sprayer untuk menyiram kecambah

Bila jarak tanam dan pola tanam telah ditetapkan, serta bibit sudah siap tanam, maka penanaman dapat dilakukan. Rencana penanaman sebaiknya diiringi dengan rencana pemeliharaan tanaman sehingga bibit yang ditanam dapat tumbuh dan berkembang dengan baik untuk jangka waktu yang cukup lama. Dua minggu sebelum penanaman terlebih dahulu harus disiapkan lubang tanam yang berukuran sesuai dengan ukuran bibit. Lubang tanam bervariasi mulai dari 10x10x10 sampai dengan 60x60x60 cm. Lubang tanam kemudian ditaburi dengan pupuk kandang dan pupuk dasar. Pemberian pupuk dimaksudkan untuk menyediakan hara untuk bibit yang akan ditanam beberapa minggu kemudian.

Bibit yang hendak ditanam sebaiknya tidak terlalu sering dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain. Untuk itu diperlukan tempat pengumpulan bibit, misalnya untuk setiap 50 lubang tanam selalu disediakan satu tempat pengumpulan bibit. Bibit diangkat dengan cara memegang batang bibit sehingga kondisi bibit tidak akan rusak. Penyanggaan polybag bibit ke lubang tanam akan menjamin bibit lebih aman.

Teknik penanaman dilakukan dengan cara memasukkan poly-bag terlebih dahulu ke lubang tanam. Setelah itu dengan menggunakan pisau tajam, polybag disayat dari bagian bawah ke arah atas. Polybag yang terkoyak dapat mudah ditarik dan lubang tanam ditutup kembali dengan tanah top soil. Pemadatan media tanam dapat dilakukan dengan bantauan tangan atau kaki yang ditekan pada permukaan tanah. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan kekompakan media tanam, mencegah penguapan air di sekitar batang yang dapat menyebabkan pembusukan bibit. Bibit yang baru

ditanam di lapangan peka terhadap sinar matahari. Bila tersedia tenaga dan bahan yang cukup, bibit dapat diberi naungan sementara dengan menancapkan pelindung bibit.

## 5.6 Pemupukan

Pupuk merupakan bahan yang dapat menyediakan unsur hara pada tanaman. Pupuk dapat berbentuk pupuk organik (pupuk alam) ataupun pupuk anorganik (buatan). Pupuk sangat dibutuhkan oleh tanaman, karena ketersediaan unsur hara di tanah tidak selamanya cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan belerang (S). Unsur-unsur C, H dan O dapat dipenuhi dari udara dan air. Unsur-unsur N, P dan K merupakan hara primer, unsur-unsur Ca, Mg dan S merupakan unsur hara sekunder. Selain itu tanaman membutuhkan unsur-unsur hara mikro, yaitu unsur-unsur penting lainnya yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, tetapi menentukan perkembangan tanaman, yakni boron (B), klor (Cl), tembaga (Cu), besi (Fe), mangan (Mn), molybdenum (Mo) dan seng (Zn).

Pupuk adalah senyawa yang mengandung unsur hara yang akan diberikan pada tanaman kemudian digunakan oleh tanaman untuk melakukan proses metabolisme sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang.

Pupuk untuk tanaman dapat digolongkan kepada pupuk organik dan anorganik. Pupuk anorganik adalah pupuk buatan yang diproduksi oleh pabrik, sedangkan pupuk organik adalah pupuk yang merupakan hasil penguraian mikroba dekomposer sehingga membentuk senyawa-senyawa

sederhana yang siap diserap oleh tanaman.

Pupuk buatan, pupuk kandang, sisa tanaman) mempunyai kandungan hara yang berbeda. Karena itu diperlukan pengetahuan tentang cara menghitung kebutuhan pupuk supaya pemberian pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman. Jenis pupuk yang digunakan untuk budi daya tanaman adalah pupuk organik (pupuk alam) dan pupuk anorganik (pupuk buatan).

### 5.6.1. Pupuk organik

Yang termasuk golongan pupuk organik adalah pupuk kandang, pupuk hijau dan kompos. Pupuk kandang merupakan pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang dapat digunakan apabila telah dikeringkan dan proses pelapukannya (dekomposisi) telah sempurna.



Gambar 5.7.

Beberapa jenis pupuk anorganik. A. Pupuk Nitrogen. B. Pupuk fosfor. C. Pupuk majemuk NPK serta unsur hara mikro. D. Pupuk majemuk cair. E. Pupuk majemuk NPK padat. F. Pupuk majemuk untuk tanaman hias.

Pupuk hijau berasal dari tanaman berpolong dan kacang-kacangan. Sedangkan kompos merupakan jenis pupuk yang berasal dari sisa-sisa bahan tanaman yang telah mengalami penguraian (dekomposisi).

Penggunaan pupuk organik pada dasarnya untuk mengimbangi penggunaan pupuk anorganik dan berfungsi sebagai penambah unsur hara dan sekaligus memperbaiki struktur tanah. Adapun penggunaannya adalah pada waktu

pengolahan tanah, yaitu dengan cara dihamparkan atau disebar di permukaan tanah kemudian tanah dibajak atau dicangkul sehingga pupuk organik tercampur dengan tanah.

Penggunaan pupuk organik di lahan pertanian mutlak diperlukan untuk menjaga agar kesuburan tanah dapat dipertahankan secara berkelanjutan. Fungsi pupuk organik sangat penting dalam hal memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, agar komponen

udara, air, mineral, dan bahan organik selalu dalam keadaan seimbang sehingga keseimbangan ekosistem pada lahan pertanian akan terkendali.

Pupuk organik (kompos) merupakan pupuk alami hasil proses penguraian bahan organik oleh mikroba pengurai secara aerob (butuh udara). Proses

penguraian bahan organik dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain: memanfaatkan mikroba pengurai secara alami, menambahkan starter mikroba ke dalam bahan kompos dan dengan bantuan biota pengurai cacing tanah.

UNSUR	KEGUNAAN
Nitrogen (N)	Mendorong pertumbuhan daun, cabang dan batang
Phosfor (P)	Mendorong pertumbuhan akar, mempengaruhi pertumbuhan bunga dan buah
Kalium (K)	Memperkokoh tubuh tanaman, dipakai oleh tanaman dalam penyerapan bahan dan energi yang dihasilkan dari fotosintesa.
Kalsium (Ca)	Mempercepat pertumbuhan akar, batang dan mempermudah penyerapan unsur kalium.
Magnesium (Mg)	Merupakan bagian dari klorofil dan aktif dalam proses distribusi fosfor ke seluruh bagian tanaman.
Belerang (S)	Memperkokoh kerja fosfor
Besi (Fe)	Sangat berpengaruh dalam pembentukan klorofil
Mangan (Mn)	Membantu tanaman dalam penyerapan nitrogen
Seng (Zn)	Mendorong proses pengubahan energi dalam tanaman
Tembaga (Cu)	Diperlukan dalam proses pembentukan klorofil
Molybdenum (Mo)	Berperan dalam penyerapan besi.

Yang termasuk ke dalam pupuk organik adalah: pupuk kandang dan pupuk organik sisa tanaman. Selain dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman, pupuk kandang juga membantu memperbaiki struktur tanah dan aktifitas hewan dan mikroba tanah.

### 1). Pupuk kandang

Sisa tanaman mengandung unsur hara yang cukup tinggi, terutama kalium. Untuk sistem pertanian radisional (tidak

intensif), pengembalian sisa tanaman dapat mengurangi kebutuhan pemberian pupuk untuk tanaman berikutnya sebanyak 50% untuk K, 30% P, dan N sampai 90% tergantung jenis tanamannya. Karena itu sisa tanaman (jerami, batang jagung) perlu dikembalikan ke lahan pertanian.

Berdasarkan Tabel 5.6. bila seorang petani menggunakan 4 ton pupuk kandang sapi per hektar, berarti dia menambahkan 20 kg N, 8 kg P, dan 20 kg

K. Jadi dengan menambahkan 4 ton/ha pupuk kandang sapi, maka petani tersebut dapat mengurangi penggunaan pupuk buatan sebanyak:

$$\begin{aligned} \text{Urea} &= 100/46 \times 20 \text{ kg/ha} \\ &= 43 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SP36} &= 100/16 \times 8 \text{ kg/ha} \\ &= 50 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KCl} &= 100/52 \times 20 \text{ kg/ha} \\ &= 38 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

Dengan demikian, kalau seha-rusnya pupuk buatan diberikan sebanyak: Urea= 150 kg/ha SP36= 75 kg/ha dan KCl = 30 kg/ha. Maka dengan pemberian 4 t/ha pupuk kandang (kotoran sapi), pemberian pupuk buatan dapat dikurangi menjadi:  
 Urea= (150-43) kg/ha = 107 kg/ha  
 SP36= (75-50) kg/ha = 25 kg/ha  
 KCl = (30-38) kg/ha = 0 (tidak perlu pemberian KCl).

## 2). Sisa tanaman

Pemberian pupuk dasar bertujuan untuk menyuburkan tanah, agar kebutuhan makanan bagi tanaman pada awal pertumbuhan dapat terpenuhi. Pupuk dasar ini diberikan pada lubang tanam yang telah dibuat, kemudian diaduk sambil menggemburkan tanah

disekitarnya. Banyaknya pupuk dasar yang diberikan adalah 0,5 -1 kg pupuk organik.

## 3). Membuat pupuk organik

Untuk membuat pupuk organik dibutuhkan sumberdaya manusia yang terampil, bahan baku, metode pembuatan pupuk organik, semangat untuk memanfaatkan limbah organik pertanian, dan pengelolaan pupuk organik selama proses pembuatan maupun penyimpanan.

Bahan baku pupuk organik adalah bahan organik yaitu limbah yang berasal dari pertanian, peternakan dan perikanan. Dengan demikian bagian-bagian tanaman yang tidak dipergunakan sebelum maupun setelah proses, kotoran hewan, sisa-sisa ikan termasuk ke dalam bahan organik. Bahan-bahan organik, biasanya mengandung berbagai macam mikroorganisme yang mampu mengubah bahan organik menjadi humus. Unsur oksigen dari udara dan air, merupakan unsur utama yang dibutuhkan mikroorganisme dalam kehidupan dan perkembangbiakannya.

Disamping dibutuhkan sumber makanan lain yang mengandung unsur Karbon (C), Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K). Unsur-unsur tersebut umumnya disediakan oleh bahan organik .

Tabel 5.7. Kandungan unsur hara di dalam 1 ton pupuk kandang

Pupuk kandang	Kandungan kg /ton pupuk kandang			
	N	P	K	Ca
Sapi	5	2	5	3
Kambing	8	7	15	8
Domba	10	7	15	17
Babi	9	3	6	12
Ayam	15	5	6	23

Pemanfaatan bahan organik telah banyak dilakukan, terutama untuk kegiatan pertanian yaitu sebagai pupuk organik. Proses pengomposan merupakan cara yang biasa digunakan untuk menghasilkan pupuk organik yang kualitasnya lebih baik dibanding bahan organiknya.

- **Pengaruh pupuk organik terhadap sifat fisik tanah**

Pengaruh utama dari penambahan bahan organik adalah menurunkan bobot isi tanah dan meningkatkan kapasitas tanah pengikat air, sehingga meningkatkan jumlah air yang tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Bahan organik mempengaruhi isi tanah melalui kegiatannya menurunkan densitas agregat tanah dan meningkatkan ukuran agregat. Selama proses oksidasi bahan organik ini, unsur-unsur seperti N, P, S dan sejumlah unsur-unsur lainnya di lepaskan dan menempati bagian di dalam profil tanah. Sisa bahan organik yang terdekomposisi dapat mencegah partikel tanah dari proses penggumpalan, sehingga dapat memelihara struktur tanah.

Mikroorganisme dari pupuk organik mempunyai peranan penting dalam pembentukan dan stabilitas bahan organik, sehingga memberikan pengaruh yang baik pada produksi tanaman.

- **Pengaruh bahan organik terhadap fisiologi tumbuhan**

Bahan organik memberi pengaruh langsung atau tidak langsung terhadap pertumbuhan tanaman. Pengaruh langsung berupa pengambilan senyawa-senyawa organik oleh tanaman melalui akar. Pengaruh yang menguntungkan dari pupuk organik terhadap fisiologi tumbuhan adalah: (1). Senyawa humus dapat berperan sebagai zat tumbuh seperti auxin, sehingga dapat

meningkatkan kapasitas kecambah. (2). Meningkatkan permeabilitas membran tanaman sehingga meningkatkan pengambilan hara. (3). Dapat mengubah metabolisme karbohidrat dari tanaman dan pada saat yang sama untuk mendorong akumulasi gula terlarut, sehingga meningkatkan tekanan osmotik tanaman. Dalam kondisi kelembaban yang rendah, hal tersebut akan mendorong resistensi yang besar terhadap kelayuan. (4). Kombinasi senyawa-senyawa organik seperti dapat meningkatkan pertumbuhan akar.

- **Proses pengomposan bahan organik**

Pengomposan adalah suatu proses pengelolaan limbah padat, dengan cara bertahap komponen bahan padat diuraikan secara biologis dibawah keadaan terkendali sehingga menjadi bentuk yang dapat ditangani, disimpan atau digunakan untuk lahan pertanian tanpa pengaruh yang merugikan.

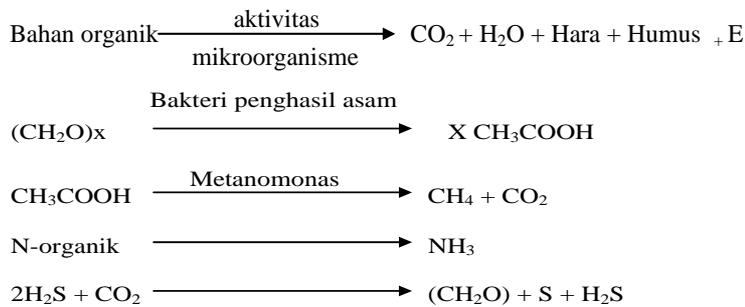
Pengomposan bahan-bahan organik, terutama pada sisa-sisa tanaman dan kotoran hewan bertujuan untuk menambah tingkat kesuburan tanah. Dekomposisi bahan organik menjadi kompos bergantung pada kandungan air dan nitrogen yang cukup pada bahan serta temperatur yang sesuai. Kandungan air dan nitrogen dari protein merupakan sumber nutrisi yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme pengurai. Untuk penguraian bahan yang optimal, sangat diperlukan pengendalian suhu agar aktivitas dan per-tumbuhan mikroorganisme dapat berlangsung dengan baik.

Aktivitas biologi merupakan faktor penting dalam pengomposan. Berbagai mikroorganisme terlibat dalam proses dekomposisi bahan organik, antara lain bakteri, fungi, aktinomycetes, ragi, mikro-fauna protozoa, Jumlah bakteri

lebih banyak dibandingkan dengan mikroorganismenya lain.

Proses pengomposan dapat berlangsung secara aerobik maupun anaerobik. Pada proses dekomposisi secara aerobik, mikroorganismenya menggunakan oksigen untuk menguraikan bahan organik dan mengasimilasi Karbon, Nitrogen, Fosfor, Sulfur dan unsur-unsur lainnya untuk sintesis protoplasma. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut. Pada proses dekomposisi secara anaerobik, reaksi biokimia berlangsung melalui

proses reduksi. Tahap awal pengomposan, kelompok bakteri penghasil asam, heterotrof fakultatif mendegradasi bahan organik menjadi asam-asam lemah, aldehyd dan seterusnya. Kelompok bakteri yang lain, merubah produk antara menjadi metana, ammonia, karbon dioksida dan hidrogen. Reaksi kimia yang terjadi selama dekomposisi bahan organik secara anaerobik adalah sebagai berikut.



No.	Bahan Organik	Nitrogen (%)	Rasio C/N
01.	Potongan rumput muda	2 – 2,4	TD
02.	Pupuk hijau tumbuh-tumbuhan	3 – 5	10–15
03.	Sampah kota/kandungan sayuran tinggi	2 – 3	10–16
04.	Kotoran Babi	1,9	13
05.	Kotoran Sapi	1 – 1,8	19
06.	Sampah kota/kandungan kertas tinggi	0,6 – 1,3	30–80
07.	Padi-padian dan batang kacang polong	0,7	70
08.	Jerami gandum	0,6	80
09.	Daun-daun segar yang gugur	0,4 – 1,0	40–80
10.	Sampah gula tebu	0,3	150
11.	Serbuk gergaji segar	0,1	500
12.	Tinja	5,5 – 6,5	6–10
13.	Kotoran unggas	4	TD
14.	Jerami padi	-	80–130
15.	Jerami barley	-	80–130
16.	Batang jagung	-	100-120
17.	Batang Kapas	-	50–60
18.	Kotoran biri-biri	-	23
19.	Kotoran kuda	-	20
20.	Sisa buah-buahan	-	35
21.	Hijauan gulma	-	13
22.	Ampas kopi/bubuk kopi	1,0 – 2,3	8
23.	Urin hewan	15 – 18	0,8

Kecepatan penguraian bahan organik menjadi kompos bergantung pada beberapa faktor yaitu: ukuran partikel, unsur hara, kandungan air, aerasi, keasaman (pH) dan suhu. (1). **Ukuran Partikel:** Ukuran partikel berpengaruh pada keberhasilan proses pengomposan. Ukuran yang baik antara 10 sampai 50 mm, apabila terlalu kecil ruang-ruang antara partikel menjadi sempit sehingga dapat menghambat gerakan udara ke dalam tumpukan dan sirkulasi gas karbon dioksida keluar tumpukan. Apabila ukuran partikel sangat besar, luas permukaan kurang sehingga reaksi pengomposan akan berjalan lambat. (2). **Unsur Hara:** Aktivitas mikroorganisme dalam proses pengomposan memerlukan sumber energi dari unsur karbon dan nitrogen. Unsur-unsur tersebut biasanya telah tersedia cukup dalam bahan organik, bahkan kebanyakan unsur hara lainnya akan tersedia pula dalam jumlah yang cukup.

Untuk mempercepat proses pengomposan, dibutuhkan bahan organik yang memiliki rasio C/N relatif rendah yaitu berkisar antara 25 sampai 35/liter dalam campuran pertama. Apabila rasio C/N lebih besar, proses pengomposan akan memakan waktu lebih lama, hingga pembentukan karbon dioksida dari oksidasi unsur karbon berkurang. Sebaliknya apabila rasio C/N lebih kecil, nitrogen dalam bahan organik akan dibebaskan sebagai amoniak. Cara paling sederhana untuk menyesuaikan rasio C/N ialah dengan mencampur berbagai bahan organik yang mempunyai rasio C/N tinggi dengan bahan yang mempunyai rasio C/N rendah. Hal ini dapat dilakukan misalnya bahan berjerami dicampur dengan tinja, kotoran hewan yang mempunyai rasio C/N lebih rendah. Makin tinggi tingkat dekomposisi dari bahan organik, makin kecil rasio C/N.

Pada rasio C/N rendah tidak ada persaingan antara akar tumbuhan dengan mikroorganisme dalam menggunakan unsur nitrogen dalam tanah. (3).

**Kandungan Air:** Kandungan air pada bahan organik sebaiknya antara 30– 40%, hal ini ditandai dengan tidak menetesnya air apabila bahan di-genggam dan akan mekar apabila genggam dilepaskan. Kandungan air bahan terlalu tinggi, ruang antar partikel dari bahan menjadi sempit karena terisi air, sehingga sirkulasi udara dalam tumpukan akan terhambat. Kondisi tersebut berakibat pada tumpukan bahan akan didominasi oleh mikroorganisme anaerob yang menghasilkan bau busuk tidak sedap. (4).

**Aerasi:** Dalam proses pengomposan, mikroorganisme dalam bahan organik sangat memerlukan jumlah udara yang cukup, karena prosesnya berlangsung secara aerob. Aerasi dapat diperoleh melalui gerakan udara dari alam masuk ke dalam tumpukan dengan membulak-balik bahan secara berkala, baik menggunakan mesin maupun dengan tangan/cangkul. (5).

**Keasaman (pH):** Pada tahap awal pengomposan, akan terjadi perubahan pH yaitu bahan agak asam, karena terbentuk asam organik sederhana, selanjutnya pH berangsur naik, karena terlepasnya ammonia (bersifat basa) dari hasil penguraian protein. Keadaan basa yang terlalu tinggi, menyebabkan selama proses pengomposan kehilangan nitrogen secara berlebihan. (6). **Suhu:** Dalam proses pengomposan, sebagian energi dibebaskan sebagai panas. Pada tahap awal suhu tumpukan bahan sekitar 40°C, mikro-organisme yang terlibat adalah bakteri dan fungi mesofilik. Selanjutnya suhu bahan naik hingga di atas 40°C, mikroorganisme yang berperan adalah mikroorganisme termofilik, actinomycetes dan fungi

termofilik. Setelah suhu berangsur turun, maka mikroorganisme mesofilik muncul kembali, selanjutnya, gula dan pati mengalami perombakan, diikuti oleh perombakan hemi-selulosa, selulosa dan akhirnya lignin. Suhu ideal dalam pengomposan antara 30°C sampai 45°C.

- **Standar Pupuk Organik**

Berdasarkan atas berbagai fakta yang dikemukakan oleh para pakar dan sumber informasi yang lain yang berkaitan dengan kelembagaan atau organisasi maka dari aspek administrasi yang perlu mendapatkan perhatian adalah spesifikasi produk akhir pupuk organik. Petani sebagai konsumen akan memperhatikan kandungan hara dan air. Spesifikasi produk sangat tergantung pada masing-masing negara sebagai contoh nilai minimum untuk NPK paling tidak 1.5%-3.0% dan 1.0%-1.5%; beberapa negara seperti Filipina, hanya membuat spesifikasi untuk kombinasi NPK secara total 4%-5% dan 5%-6% tanpa memisahkan secara spesifik untuk masing-masing hara. Kandungan lengas tidak boleh melampaui 15%-25% jika terlalu kering tidak baik karena akan terjadi inaktivasi gugus aktif yang salah satunya menyebabkan pupuk menjadi hidropobik.

Kandungan total bahan organik paling tidak 20% tetapi dapat lebih tinggi apabila produk organik tersebut tidak dijual sebagai bahan pupuk organik tetapi sebagai bahan pembenah tanah, dan pemakai secara intensif menggunakan pupuk organik untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Kriteria kualitas bahan organik yang berkaitan dengan kandungan bahan organik adalah nisbah C/N. Bahan organik yang mengalami proses pengomposan baik dan menjadi pupuk organik yang stabil mempunyai nisbah C/N antara 10/1 seperti dalam definisi

standar ISO cukup jelas, bahwa kandungan utama pupuk organik adalah karbon dalam bentuk senyawa organik, mikroorganisme memanfaatkan sebagai sumber energi kemudian bahan ternisbah C/N yang tinggi pada produk akhir menunjukkan mikroorganisme akan aktif memanfaatkan nitrogen untuk membentuk protein. Apabila produk pupuk organik dengan nisbah C/N tinggi diaplikasikan kedalam tanah maka mikroorganisme akan tumbuh dengan memanfaatkan N- tersedia tanah, sehingga tanah terjadi imobilisasi N. Apabila nisbah C/N rendah pada awal proses pengomposan maka nitrogen akan hilang melalui proses penguapan amonium.

Keasaman (pH) harus masuk dalam kriteria kualitas pupuk organik, berkisar netral, pH 6.5 – 7.5. dalam kondisi normal tidak akan menimbulkan masalah, sejauh proses pengomposan yang dilakukan dapat mempertahankan pH pada kisaran netral.

Apabila produk pupuk organik mengandung satu atau lebih unsur mikro, maka hal ini harus dijelaskan dan dimasukkan dalam label. Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan pada pupuk organik adalah warna, tekstur, bebas dari patogen, logam berat, atau unsur lain, partikel yang tidak dikehendaki. Tidak ada konsumen atau pemakai pupuk organik yang menghendaki terluka karena serpihan gelas atau logam, atau tidak ingin dalam karung pupuk organik penuh dengan batu atau kerikil. Patogen dan logam berat biasanya berasal dari limbah cair dan sampah kota.

Mungkin perlu juga diinformasikan dalam standar baku, penggunaan bahan inokulan atau bahan lain yang bertujuan untuk mempercepat pengomposan. Pada umumnya yang banyak digunakan adalah mikroorganisme seperti *Trichoderma spp.*

- **Karakteristik Umum Pupuk Organik**

Karakteristik pupuk organik adalah sebagai berikut: (a). Hara pupuk organik pada umumnya rendah tetapi bervariasi tergantung pada jenis bahan dasarnya. (b). Hara yang berasal dari bahan organik diperlukan untuk kegiatan mikrobial tanah merubah bahan-bahan yang kompleks dan tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman menjadi bentuk senyawa organik dan anorganik sederhana yang dapat diserap oleh tanaman. (c). Penyediaan hara yang berasal dari pupuk organik biasanya terbatas dan tidak cukup dalam menyediakan hara yang diperlukan tanaman.

Untuk membuat kompos organik dapat dilakukan melalui beberapa cara:

- 1) **Pengomposan Bahan Organik Secara Konvensional**

Bahan yang akan digunakan dipotong-potong menjadi sekitar 3-5 cm, sehingga diperoleh ukuran bahan yang seragam. Selanjutnya, timbang semua bahan dengan berat masing-masing 1 bagian kecuali kotoran ternak 3 bagian. Campurkan semua bahan dengan diaduk-aduk sampai homogen/merata sambil disiram air sehingga pada saat campuran dikepal mengeluarkan tetesan air. Komposkan campuran bahan dengan cara menumpukan pada tanah/lantai setinggi kira-kira 1 m, selanjutnya ditutup karung goni/plastik pada seluruh permukaannya. Proses pengomposan dapat berlangsung 2 sampai 3 minggu, tergantung dari jenis bahan

Lakukan pengamatan dan catat setiap hari kenaikan suhu dan perubahan warna tumpukan bahan. Kegiatan ini untuk mengetahui apakah proses pengomposan dapat berlangsung baik atau tidak, yaitu

dengan adanya kenaikan suhu dan perubahan warna selama proses. Tumpukan bahan diaduk setiap tiga hari sekali secara merata dan ditutup kembali. Kegiatan ini untuk menghindari kelebihan suhu dan diharapkan proses penguraian dapat berlangsung pada seluruh permukaan bahan.

Akhiri proses pengomposan apabila telah memenuhi kriteria: suhu telah turun dan stabil, warna coklat kehitaman, sebagian besar bahan telah lapuk, bau khas kompos. Kompos yang dihasilkan perlu diuraikan lebih lanjut dengan menambah waktu pengomposan secara alami atau menggunakan cacing tanah selama 2-3 minggu.

- 2) **Pengomposan Bahan Organik Dengan Menggunakan Starter Mikroba Pengurai (Bio-Komplek).**

Pada tahap pertama, siapkan sediaan starter mikroba dengan cara melarutkan biakan mikroba (bio-komplek) ke dalam air 4-5 gram/liter, selanjutnya inkubasi pada suhu kamar sekitar 24 jam (sehari sebelum proses pengomposan).

Starter adalah komponen biologis jenis mikroorganisme yang efektif jika bersimbiosis dengan satu jenis tanaman, maka cara penggunaannya pun harus bersamaan dengan tanaman inangnya.

Starter bakteri *Rhizobium* akan efektif jika digunakan dengan tumbuhan inang jenis legum. Oleh sebab itu *Rhizobium* lebih cocok digunakan dalam program penyuburan tanah, dengan menggunakan tanaman legum sebagai pupuk hijau. Keuntungan yang diperoleh dari residu legum tergantung dari jumlah residu dan mineralisasinya. Akumulasi nitrogen akan terjadi pada biji legum, oleh sebab itu dalam program penyuburan tanah, tanaman legum harus dipanen dan ditanam ke dalam tanah sebelum terjadi

pembentukan biji. Dengan cara tersebut maka akumulasi nitrogen yang terdapat pada bintil akar akan menjadi cadangan bagi tanaman berikutnya. Beberapa jenis tanaman legum seperti kacang tanah, kacang babi dan kacang tunggak mempunyai efek residu nitrogen sebesar 20-50 kg N per ha. Jenis-jenis tanamn legum tersebut sangat cocok dipakai sebagai tanaman inang bagi *Rhizobium*.

*Starter Gliocladium* mudah diperbanyak dalam media serbuk kayu dan sekam dan dapat efektif tanpa tanamn inang. Jenis pupuk hayati *Gliocladium* yang juga merupakan biokontrol, cara penggunaannya sama dengan pupuk organik kompos, sehingga sering disebut Gliokompos.

Efek dari penggunaan pupuk hayati terhadap tanaman tidak dapat dilihat secara langsung seperti penggunaan pupuk kimia. Efek penggunaan pupuk

hayati akan dirasakan manfaatnya pada jangka panjang, namun penggunaan pupuk hayati tidak akan menimbulkan efek samping yang merugikan bagi tanaman, lahan pertanian serta lingkungan.

Langkah selanjutnya kecilkan ukuran bahan yang masih panjang dengan dipotong-potong menjadi sekitar 3-5 cm, sehingga diperoleh ukuran bahan yang seragam!

Lakukan penimbangan untuk semua bahan dengan berat masing-masing 1 bagian kecuali kotoran ternak 3 bagian! Kemudian campurkan semua bahan dengan diaduk-aduk sampai homogen/ merata sambil disiram air starter pada no 1 sebanyak 1 liter pada setiap 50 kg campuran bahan organik. Tambahkan air pada saat mencampur, sehingga pada saat campuran dikepal mengeluarkan tetesan air.

Tabel 5.9. Sifat Kimia dan Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik Kompos

No.	Parameter	Kompos **)
1	pH.	6
2	C-Organik	25,04 %
3	N-Total	1,19 %
4	P tersedia	-
5	P- total	-
6	Ca	10,75 (me/100gr)
7	Mg	3,13 (me/100gr)
8	K	7,26 (me/100gr)
9	Na	5,30 (me/100gr)
10	Kapasitas Tukar Kation (KTK)	35,50 (me/100gr)
11	Kejenuhan basa (KB)	74,48 %



Gambar 5.8.  
Alur proses pembuatan kompos

Komposkan campuran bahan dengan cara menumpukan pada tanah/lantai setinggi kira-kira 1 m, selanjutnya ditutup karung goni/ plastik pada seluruh permukaannya. Proses pengomposan dapat berlangsung 2 sampai 3 minggu, tergantung dari jenis bahan.

Langkah terakhir, amati dan catat setiap hari kenaikan suhu dan perubahan warna tumpukan bahan. Kegiatan ini untuk mengetahui apakah proses pengomposan dapat berlangsung baik atau tidak, yaitu dengan adanya kenaikan suhu dan perubahan warna selama proses! Tumpukan bahan diaduk setiap tiga hari sekali secara merata dan ditutup kembali. Kegiatan ini untuk menghindari kelebihan suhu dan diharapkan proses penguraian dapat berlangsung pada seluruh permukaan bahan!

Akhiri proses pengomposan apabila telah memenuhi kriteria: suhu telah turun dan stabil, warna coklat kehitaman, sebagian besar bahan telah lapuk, bau khas kompos.



Gambar 5.9.  
Beberapa mikroorganismes yang berfungsi sebagai pengurai bahan organik (bio-fertilizer)

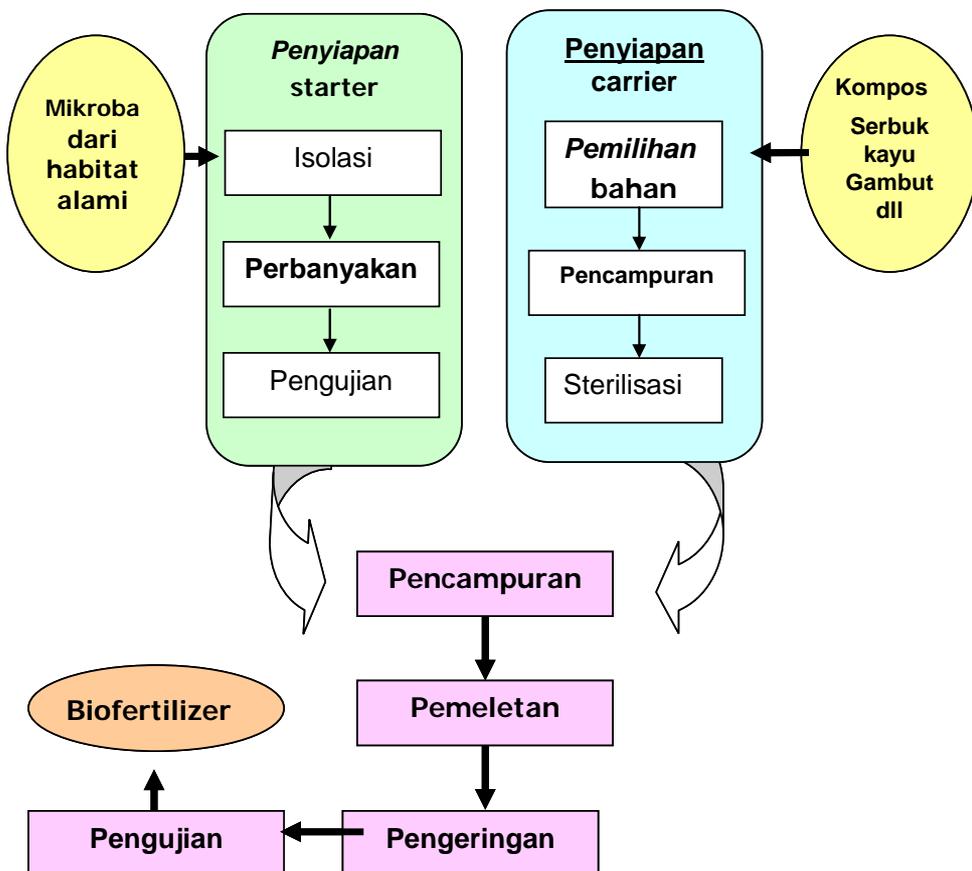
## 6.2. Pupuk anorganik

Pupuk anorganik adalah pupuk yang dibuat oleh pabrik atau hasil industri dan mengandung unsur hara yang diperlukan tanaman. Berdasarkan jumlah jenis unsur hara yang dikandungnya, pupuk anorganik ini dibagi dalam beberapa golongan, yaitu: (1). **Pupuk tunggal** : yaitu pupuk yang mengandung satu jenis unsur hara, misalnya urea (mengandung unsur N); TSP (mengandung unsur P) dan KCL (mengandung unsur K). (2). **Pupuk majemuk**; yaitu pupuk yang mengandung unsur N, P dan K sekaligus. Contohnya adalah Amofos

(mengandung unsur dan P), Nitroposka (mengandung unsur N, P dan K). Berdasarkan jenis hara utama yang dikandung, pupuk anorganik dibagi dalam beberapa golongan, yakni : pupuk nitrogen, pupuk fosfor dan pupuk kalium.

**Pupuk Nitrogen**, contohnya Urea ( $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$ ) : mengandung 46% nitrogen. Urea sangat mudah larut, sebahagian kecil terikat dalam fiat pada bahan organik dan sisanya bebas bergerak mengikuti kelembaban tanah. Pemberian urea di permukaan tanah dengan dosis tinggi ( $>150\text{kg/ha}$ ) dapat menyebabkan kehilangan - N lebih banyak akibat proses penguapan. Amonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ): mengandung 33,5% nitrogen. Sebahagian nitrogen

dalam bentuk ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan sebahagian lagi dalam bentuk nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Di dalam tanah nitrat dapat diambil oleh akar tanaman melalui air tanah yang diubah oleh jasad residu tanah. Pada keadaan basah dan panas, nitrogen dapat hilang ke udara. Amonium sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), petani menyebutnya pupuk ZA: mengandung 20% nitrogen. Amonium terdapat pada tanah fiat dan bahan organik. Pupuk amonium sulfat berpengaruh terhadap menurunkan pH (keasaman) tanah, sehingga sangat baik bagi tanah-tanah yang terlalu basa (nilai pH tinggi).



**Pupuk posfat;** contohnya TSP (triple super fosfat) mengandung 36-46% senyawa P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, berupa butiran berwarna abu-abu, dengan sifat netral.

**Pupuk Kalium,** contohnya Kalium khlorida (KCl) mengandung 49-50% K<sub>2</sub>O (KCl 80) atau 55% K<sub>2</sub>O (KCl 90). Mengingat tingginya kadar Cl-nya maka sebaiknya tidak digunakan untuk tanaman yang peka terhadap unsur khlor (Cl). Kalium nitrat (KNO<sub>3</sub>) mengandung 13,8% nitrogen dan 46,6% K<sub>2</sub>O. Pupuk ini digunakan sebagai sumber unsur K pada tanaman yang tidak dapat menggunakan Cl.

**Pupuk NPK.** Selain ketiga macam pupuk yang telah disebutkan di atas, masih ada pupuk daun dan bunga yang merupakan pupuk majemuk. Kedua pupuk ini mengandung unsur hara makro dan mikro. Pupuk daun dan bunga berbentuk cairan dan butiran yang dikemas 0,25-1 kg per pak. Pada umumnya digunakan untuk pupuk daun dan bunga.

### 1). Dosis Pemupukan

Dosis pupuk yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kekurangan atau kelebihan pupuk menimbulkan dampak negatif, baik pada tanah maupun pada tanaman. Tingginya dosis pemupukan ditentukan oleh tingkat kesuburan tanah, jenis atau varitas tanaman, umur atau tingkat perkembangan tanaman dan tingkat kerapatan penanaman. Tanah yang subur, memerlukan jumlah pupuk lebih rendah dibandingkan dengan pada tanah yang kurus. Varitas tanaman lokal

memerlukan pupuk lebih sedikit daripada tanaman hibrida. Tanaman yang masih muda memerlukan pupuk lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang sudah tua dan populasi tanaman yang rendah memerlukan dosis pemupukan yang rendah pula dibandingkan dengan populasi tanaman yang tinggi.

Pemupukan susulan untuk tanaman cabe dan tomat hanya bersifat menunjang, diberikan jika dianggap perlu, karena sebahagian besar pupuk sudah diberikan pada waktu penanaman. Pupuk susulan berupa pupuk buatan seperti pupuk daun, pupuk buah, urea, ammonium sulfat (ZA), TSP, KCl dan NPK cair. Semua jenis pupuk buatan dapat Anda peroleh di toko pertanian. Jadwal pemberian pupuk dapat dilihat pada Tabel berikut.

Pemberian pupuk daun disesuaikan dengan pertumbuhan tanaman. Pemberian yang sering menyebabkan tanaman tumbuh terlalu subur sehingga menjadi peka terhadap gangguan kerusakan. Pada minggu ke-6 dan ke-11 tanaman dapat ditambahkan pupuk campuran berupa urea, ZA, KCl dan TSP. Tingkat kebutuhannya hanya 5-10 gram per tanaman, tergantung pada varitas tanaman. Cara pemberiannya dengan menaburkan pupuk di sekitar batang utama kira-kira 5 cm. Agar pupuk cepat larut, dapat ditambahkan air sekaligus untuk meng-airi tanaman. Pada saat tanaman mulai berbuah, setiap interval 2 minggu diberi pupuk bush dan NPK cair. Konsentrasi NPK adalah 15-20 gram dilarutkan dalam 1 liter air. Masingmasing tanaman diberi 300-400 ml.

Tabel 5.10. Jadwal pemberian pupuk susulan untuk tanaman cabe dan tomat (lokal/hibrida)

JENIS PUPUK	WAKTU PEMBERIAN						
	1-5 MST	6 MST	11 MST	15 MST	17 MST	19 MST	21 MST
Daun *	S	-	-	-	-	-	-
Buah **	-	-	S	S	S	-	-
Urea	3	3g	3g	-	-	-	-
ZA	3-10	3g-10	3g-10	-	-	-	-
TSP	-	5-10g	5-10g	-	-	-	-
KCl	5-10	5-10g	5-10g	-	-	-	-
NPK***	-	-	-	300ml	300ml	400 ml	400 ml

Keterangan :

MST : minggu setelah tanam  
kebutuhan per hektar

\*\* : kebutuhan per hektar per sekali semprot

\*\*\* : 5-20 gram/liter air (di larutkan terlebih dahulu, kemudian disiramkan pada luang tanaman)

S : semprotkan

Jadi jika Anda menanam 100 pohon tomat, maka harus dipersiapkan :

$P = 100 \times 15 \times (1000 \text{ m}^3/300 \text{ ml}) = 5000 \text{ ml}$  larutan pupuk;  
(dalam hal ini 75 gram NPK dilarutkan dalam 5 liter air).

Atau menggunakan rumus:

$$P = JT \times K \times (1000 \text{ m}^3/300 \text{ ml})$$

dimana :

P = Kebutuhan pupuk

JT = jumlah tanaman

K = konsentrasi larutan pupuk (15-20 g/liter)

## 2). Dasar Penentuan Kebutuhan Pupuk

Kebutuhan pupuk didasarkan atas: jumlah hara yang terangkut bersama panen. cadangan hara yang ada di dalam tanah. tanda kekurangan unsur hara pada tanaman. Penentuan kebutuhan

pupuk berdasarkan cadangan hara di dalam tanah memerlukan analisis tanah di laboratorium.

Penentuan kebutuhan pupuk berdasarkan tanda kekurangan hara yang diperlihatkan tanaman, memerlukan keahlian dan pengalaman khusus. Kadang-kadang gejala kekurangan antara unsur yang satu dengan lainnya sulit dibedakan dan gejala tersebut tidak menggambarkan berapa jumlah pupuk yang harus diberikan. penentuan kebutuhan pupuk berdasarkan perkiraan jumlah hara yang terangkut bersama panen merupakan cara yang paling sederhana dan mudah, oleh karena itu cara tersebut dibahas di dalam tulisan ini. setiap jenis tanaman mengandung unsur hara yang berbeda. Jika pemupukan menggunakan pupuk buatan seperti Urea, SP36 dan KCl, maka jumlah pupuk yang diperlukan untuk menggantikan 48 kg N; 8,4 kg P dan 12 kg K yang terangkut bersama 3 t/ha panen jagung adalah:

$$\begin{aligned} \text{Urea} &= 100/46 \times 48 \text{ Kg/Ha} \\ &= 104 \text{ Kg/Ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SP36} &= 100/16 \times 8,4 \text{ Kg/Ha} \\ &= 53 \text{ Kg/Ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KCl} &= 100/52 \times 12 \text{ Kg/Ha} \\ &= 23 \text{ Kg/Ha} \end{aligned}$$

Akan tetapi zat hara di dalam tanah tidak semuanya dapat di-gunakan oleh tanaman. Sebagian akan hilang karena penguapan (N), pencucian ke lapisan tanah yang lebih dalam sehingga tidak terjangkau oleh akar (N, K), terikat oleh mineral liat tanah (P, K), atau hanyut karena tererosi (N,P,K). Oleh karena itu pemberian pupuk sebaiknya 1,5 sampai 2 kali jumlah hara yang hilang bersama panen. Jadi urea, SP36 dan KCL yang diperlukan untuk penanaman jagung dengan perkiraan hasil 3 t/ha kurang lebih adalah urea= 150 Sampai 200 Kg/Ha sedangkan SP36= 75 Sampai 100 Kg/Ha

Unsur N, P, dan K (Kg) di dalam satu ton hasil panen berbagai tanaman. Apabila hasil panen jagung dalam 1 ha adalah 3 ton, maka hasil panen tersebut mengandung 48 kg N; 8,4 kg P dan 12 kg K. Unsur hara yang terbawa panen ini perlu dikembalikan ke dalam tanah melalui pemupukan supaya kesuburan tanah tetap terjaga dan produksi tanaman dapat dipertahankan.

Penentuan kebutuhan pupuk untuk tanaman kacang-kacangan Tanaman legum (kacang-kacangan) seperti kacang tanah dan hijauan kacang-kacangan seperti lamtoro dan bengkok, mengandung N yang sangat tinggi sehingga N yang terbawa panen juga tinggi. Tetapi tanaman kacang-kacangan (kacang tanah, kedelai, lamtoro), melalui kerjasama (symbiose) dengan bakteri *Rhizobium* sanggup mengikat N dari udara. Dengan demikian pemupukan N untuk tanaman kacang-kacangan sangat rendah (hanya sekitar 30 kg urea/ ha

pada waktu tanam). Kebutuhan P dan K kacang-kacangan ditentukan dengan cara yang sama seperti pada penentuan kebutuhan pupuk tanaman lainnya. Pupuk kandang mempunyai kandungan unsur hara yang sangat bervariasi tergantung pada waktu dan cara penyimpanannya, jenis hewan, dan kesehatan hewan.

Masalah utama yang perlu mendapat perhatian para pengguna pupuk adalah reaksi kimia, yaitu apakah pupuk tersebut mempunyai sifat mengasamkan atau tidak. Pada umumnya pupuk nitrogen yang mengandung amonium atau sisa asam seperti sulfat bersifat mengasamkan tanah.

Pupuk nitrogen yang mengandung gugus amonia sebelum tersedia pada tanaman terlebih dahulu mengalami proses amonifikasi dan nitrifikasi. Senyawa amonium yang terbentuk dari proses amonifikasi dapat berupa: konversi dari nitrit ke nitrat, diambil langsung oleh tanaman, dimanfaatkan langsung oleh bakteri dalam melanjutkan proses dekomposisi, dan difiksasi oleh mineral liat tertentu.

Perubahan dari amonium menjadi nitrat disebut dengan nitrifikasi. Proses oksidasi biologi ini dibedakan dalam dua tahap, yaitu perubahan amonium menjadi nitrit (nitritasi) dan perubahan nitrit menjadi nitrat (nitratasi). Perubahan dari amonium menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri obligat ototrof yaitu *Nitrosomonas*. Perubahan nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* yang termasuk ke dalam golongan bakteri obligat ototrof. Kedua bakteri ini disebut dengan Nitrobakteri.

Ada tiga hal penting yang dapat diambil dari persamaan-persamaan dalam proses nitrifikasi, yaitu, reaksi membutuhkan oksigen, oleh sebab itu proses ini berlangsung di dalam tanah dengan aerasi yang baik. Reaksi nitrifikasi membebaskan H<sup>+</sup> yang

merupakan penyebab keasaman tanah bila dipupuk dengan pupuk  $\text{NH}_4$  atau pupuk anorganik seperti urea. Dalam proses nitrifikasi, bakteri memegang peran dalam proses. Oleh sebab itu, kecepatan perubahannya sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses nitrifikasi adalah jumlah  $\text{NH}_4^+$  yang ada di dalam tanah, populasi bakteri nitrifikasi, reaksi tanah, aerasi, kelembaban tanah dan suhu tanah. Pupuk urea yang diberikan pada tanah akan berubah menjadi ion amonia atau amonium. Bila amonium dioksidasi maka akan menimbulkan keasaman tanah. Menyebabkan empat ion  $\text{H}^+$  bila oksigen cukup tersedia pada saat pelepasan tersebut.

Satu molekul pupuk urea dapat menyumbang empat ion  $\text{H}^+$  bila oksigen cukup tersedia pada waktu pelepasan ion, ini berarti meningkatkan keasaman tanah. Pemberian pupuk urea, amonium sulfat, klor dan nitrat perlu mendapat perhatian serius agar tidak menambah keasaman tanah. Mikroba tanah pada umumnya lebih menyukai senyawa dalam bentuk ion amonium daripada ion nitrat. Pada tanah-tanah yang mempunyai aerasi baik, akan terlihat bahwa proses immobilisasi terjadi amat besar. Sedangkan pada tanah yang tergenang dan dalam kondisi anaerob sempurna proses immobilisasi akan sangat rendah. Pada tanah sawah, proses immobilisasi adalah rendah. Nitrogen ditambahkan ke tanah berinteraksi dengan pH tanah dan mempengaruhi proses nitrogen.

Ekskresi nitrogen oleh suatu tanaman legum akan dapat dimanfaatkan oleh tanaman lain dalam pola tanam tumpang sari, misalnya tumpang sari antara jagung dan kedelai. Proses seperti ini akan meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen, karena sebagian besar nitrogen yang berasal dari pupuk tidak diabsorpsi oleh tanaman legum dan hanya sebagian

kecil yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan awal menjelang terbentuknya bintil akar yang dapat mengikat nitrogen bebas dari udara. Kelebihan pupuk nitrogen adalah merupakan pupuk yang sangat potensial bagi tanaman.

Manfaat nitrogen fiksasi bagi tanaman lain yang ditanam secara tumpang sari adalah berupa perembasan nitrogen dari bintil akar. Sedangkan bagi tanaman yang ditanam tidak bersamaan hanya akan menghasilkan perombakan bahan organik. Fiksasi nitrogen secara biologi dapat menghemat kebutuhan nitrogen sampai 2/3 dari kebutuhan nitrogen bagi tanaman.

- **Nitrogen**

Nitrogen adalah hara utama tanaman, merupakan komponen dari asam amino, asam nukleik, nucleotides, klorofil, enzim, dan hormon. N mendorong pertumbuhan tanaman yang cepat dan memperbaiki tingkat. Hasil dan kualitas produk melalui, pengembangan luas daun, pembentukan bunga, pengisian buah, dan sintesis protein. N sangat mobil (mudah hilang / menguap) di dalam tanaman dan tanah.

Nitrogen merupakan elemen pembatas pada hampir semua jenis tanah. Oleh karenanya, pemberian pupuk Nitrogen yang tepat sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, khususnya dalam sistem pertanian intensif. Kekurangan atau pengelolaan Nitrogen yang tidak sesuai akan berakibat buruk pada tanaman dan lingkungan. Strategi pengelolaan Nitrogen yang optimal ditujukan pada keserasian pemberian pupuk Nitrogen dengan kebutuhan aktual tanaman, sehingga serapan tanaman terhadap Nitrogen maksimal dan mengurangi kehilangan Nitrogen ke udara.

Tanaman yang kekurangan nitrogen akan tumbuh kerdil, daun menguning dan

jumlah anakan sedikit; hasil rendah karena jumlah malai per unit area dan jumlah gabah per malai lebih sedikit. Hampir semua jenis tanah kekurangan N; tanah masam dengan tekstur kasar (coarse) dan kandungan bahan organik rendah (kurang dari 0,5 % organik C); tanah masam, salin, drainase buruk, dan tanah kahat P dengan kapasitas mineralisasi N dan fiksasi biologis N rendah; kalkareous dan tanah salin dengan kadar bahan organik rendah serta berpotensi tinggi untuk terjadinya penguapan amonia.

Pupuk anorganik merupakan sumber yang biasa digunakan mensuplai N, dan lebih menguntungkan petani dibandingkan menggunakan pupuk N organik. Sumber pupuk organik N tersedia di lahan pertanian seperti pupuk kandang dan kompos bisa efektif dan menarik secara finansial guna memenuhi kebutuhan padi akan N. Berikan pupuk N anorganik 40-50 kg/ha untuk setiap kenaikan satu ton hasil dari tanpa pemberian N. Warna daun dan penampilan tanaman menunjukkan status N dan membantu menentukan kebutuhan akan pemupukan N. Unsur nitrogen dapat diperoleh dari beberapa sumber diantaranya adalah amonium sulfat (21 % N, 24 % S), urea (46 % N) dan diamonium fosfat atau DAP (18 % N; 44-46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

- **Fosfat**

Posfor adalah hara utama tanaman yang penting untuk perkembangan akar, anakan, berbunga awal, dan pematangan. P mobil dalam tanaman, tetapi tidak mobil dalam tanah. Tanaman yang mengalami kekurangan unsur fosfor akan tampak hijau gelap dan kerdil dengan daun tegak dan anakan kurang; batang kurus dan kecil; matang lambat (tidak terjadi pembungaan pada kahat P yang parah); gabah hampa tinggi. Unsur P seringkali kurang pada tanah berpasir dengan

kandungan bahan organik rendah; tanah kalkareous/salin/alkalin; degradasi tanah sawah; tanah abu vulkan atau tanah kering masam dengan kapasitas fiksasi P tinggi; tanah gambut; dan tanah sulfat masam dengan kandungan besi dan aluminium tinggi.

Pada waktu aplikasi pupuk fosfat, benamkan dan aduk semua pupuk P ke dalam tanah sebelum pelumpuran terakhir dan tanam pindah atau sebar seluruh P pada 10-15 hari setelah benih disebar langsung. Tanaman kahat P kerdil dan daunnya tegak lurus dibandingkan dengan tanaman normal. Anakan berkurang pada tanaman kahat P. Perubahan warna pada daun umum terjadi pada tanaman kahat P.

- **Kalium**

Kalium adalah hara tanaman utama yang dibutuhkan untuk meningkatkan perkembangan akar dan vigor tanaman, ketahanan terhadap kerebahan dan hama/penyakit. K mobil dalam tanaman dan sangat mobil di dalam tanah.

Kalium seringkali merupakan unsur pembatas untuk memperoleh hasil padi yang tinggi setelah nitrogen (N). Pupuk K perlu diberikan dalam jumlah mencukupi pada hampir semua lahan sawah irigasi. Hara lainnya perlu diberikan dalam jumlah seimbang untuk menjamin respon yang baik dari tanaman terhadap aplikasi K dan pencapaian pertumbuhan tanaman yang sehat dan produktif.

Tanaman yang mengalami kekurangan kalium akan tampak berwarna hijau gelap dan kerdil dengan margin daun cokelat kekuningan dan/atau dengan margin dan ujung daun tua nekrotik, gejala kahat K pada daun dapat menyerupai gejala penyakit tungro, namun tungro biasanya terjadi pada spot-spot yang tersebar (tidak menyeluruh) dan lebih nyata warna daun kuning dan oranye dan tanaman kerdil; gejala pada daun nampak pada fase pertumbuhan

lanjut; akar tidak sehat dan menghitam; kerebahan dan kehampaan gabah tinggi; bobot gabah lebih ringan.

Kekurangan (kahat) K terjadi di daerah pertanaman yang intensif yang mendapat pemupukan N dan P tinggi. K seringkali kurang pada tanah berpasir atau bertekstur kasar; tanah kering masam; lahan sawah terdegradasi; tanah sulfat masam; dan tanah organik. Catatan: penambahan unsur K dari air irigasi cukup nyata pada daerah tertentu.

Pada hara tanaman optimum, tanaman rata-rata mengambil sekitar 19 kg K<sub>2</sub>O (16 K) untuk setiap ton hasil (2,2 kg K<sub>2</sub>O pada buah dan 16,8 kg K<sub>2</sub>O pada serasah organik). Rekomendasi pemupukan K berdasarkan target hasil dan status K tanah.

Bila dosis yang digunakan rendah, benam dan aduk pupuk K ke dalam tanah terakhir sebelum tanam pindah atau sebar seluruh pupuk K pada 10-15 hari setelah benih disebar langsung. Pada dosis >30 K<sub>2</sub>O/ha, berikan 50% sebagai pupuk dasar dan 50% pada awal pembentukan bunga. Pemberian K paling tidak dua kali pada tanah berpasir dengan derajat pencucian tinggi. Pemberian K pada fase pembungaan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan kerebahan dengan kanopi rapat dan target hasil tinggi, namun belum tentu meningkatkan hasil. Sumber kalium yang banyak dikenal adalah kalium klorida (MOP-muriate of potash) yang mengandung 50% K atau 60% K<sub>2</sub>O dalam bentuk KCl (30 kg K<sub>2</sub>O setara dengan 50 kg MOP atau KCl).

- **Belerang**

Belerang atau Sulfur (S) adalah hara utama penting yang diperlukan untuk produksi klorofil. S diperlukan untuk memproduksi asam amino (cystein, methionin, dan cystin) dalam tanaman yang berkaitan dengan nutrisi manusia. S sangat mobil dalam tanaman (walaupun

lebih kurang mobil dibandingkan dengan N), namun hanya sebagian mobil dalam tanah.

Gejala kahat unsur S ditunjukkan dengan warna tanaman hijau pucat; daun muda menguning pucat (kontras dengan daun tua yang menguning cepat dan mati pada tanaman kahat N). Analisis tanah dan/tanaman diperlukan untuk konfirmasi gejala kahat S. Kahat S sesungguhnya jarang dijumpai. S mungkin diperlukan pada tanah berpasir yang mudah tercuci; tanah dengan kandungan bahan organik rendah; dan tanah dengan pelapukan tinggi kaya akan besi oksida. Aplikasi unsur belerang dilakukan dengan pemberian sebanyak 10 kg S/ha pada kahat S yang parah. Tanaman memerlukan sekitar 2 kg S/ha (jerami+gabah) untuk setiap ton hasil gabah. Bila dibutuhkan, berikan semua jenis pupuk S sesaat sebelum pelumpuran bersama dengan pupuk P dan K. Pengaruh pemberian S bertahan sampai 2 musim tanam. Sumber S yang biasa digunakan adalah amonium sulfat (24% S), single super fosfat (12% S), dan gypsum (17% S).

- **Zinc**

Seng atau Zinc (Zn) adalah hara utama penting yang dibutuhkan tanaman untuk beberapa proses biokimia dalam tanaman padi, termasuk produksi klorofil dan integritas membran. Oleh karenanya kahat Zn mempengaruhi warna dan turgor tanaman. Zn hanya sedikit mobil dalam tanaman dan sangat mobil di dalam tanah. Seng membatasi pertumbuhan tanaman, suplai Zn tanah rendah atau kondisi tanah buruk (misalnya, selalu banjir) menghalangi serapan Zn oleh tanaman. Pada kasus tertentu, Zn perlu diberikan sesuai kebutuhan. Hara lainnya perlu diberikan dalam jumlah seimbang untuk menjamin respon tanaman yang baik terhadap pupuk Zn dan pencapaian

pertumbuhan tanaman yang sehat dan produktif.

Tanaman kerdil dan bercak coklat berdebu pada bagian atas daun merupakan gejala kekurangan Zn. Selain itu terdapat spotspot tanaman yang tumbuh jelek; gejala terlihat 2-4 minggu setelah tanam pindah; kehampaan gabah tinggi; pematangan terlambat dan hasil rendah; gejala kahat Zn menyerupai kahat S dan Fe pada tanah alkalin dan keracunan Fe tanah organik berdrainase buruk.

Kahat Zn tidak sering dijumpai, namun dapat terjadi pada tanah kalkareous dan netral; pertanaman intensif; tanah sawah yang selalu banjir atau berdrainase buruk; tanah salin dan sodik; tanah gambut, tanah dengan P dan silikat (Si) tersedia tinggi; tanah berpasir; tanah dengan pelapukan tinggi, asam, dan bertekstur kasar; tanah yang terbentuk dari serpentin dan laterik; dan tercuci, tanah sulfat masam tua dengan konsentrasi K, Mg, dan Ca rendah.

Bila kahat Zn nampak di lapang, berikan 10-25 kg  $ZnSO_4 \cdot H_2O$  atau 20-40 kg  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  per ha pada permukaan tanah, atau celupkan akar bibit padi dalam 2-4% larutan ZnO sebelum transplanting (20-40 g ZnO/l air). Tanaman dapat pulih dari kahat Zn bila sawah didrainasi- kondisi kering meningkatkan ketersediaan Zn. Tanaman hanya memerlukan sekitar 0,05 kg Zn/ha (jerami+gabah) per ton hasil gabah, namun lebih banyak pupuk Zn harus diberikan karena begitu diberikan Zn tidak selalu tersedia bagi tanaman.

Berikan pupuk Zn pada permukaan tanah setelah pelumpuran terakhir dan perataan lahan atau berikan Zn pada bedeng persemaian 7-8 hari sebelum bibit dicabut. Pengaruh pemberian Zn berlaku sampai 2-5 musim tanam pada semua jenis tanah kecuali tanah alkalin. Pada

tanah alkalin, Zn perlu diberikan pada setiap musim tanam.

Sumber Zn yang biasa digunakan adalah zinc sulfat terlarut (23-36% Zn), zinc klorida terlarut (48-50% Zn), dan zinc oksida tidak larut (60-80% Zn).

- **Besi**

Unsur Fe adalah hara esensial yang dibutuhkan tanaman untuk mendukung transportasi elektron dalam proses fotosintesis. Fe merupakan akseptor elektron penting dalam reaksi redoks dan aktivator untuk beberapa enzim. Kekurangan Fe akan menghambat absorpsi K. Unsur Fe tidak mobil, baik dalam tanaman maupun tanah. Setelah kahat unsur utama N, P, K, S, dan Zn, kahat Fe merupakan urutan penting berikutnya yang membatasi hasil tanaman padi. Aplikasinya harus berimbang agar terjamin pertumbuhan tanaman yang sehat dan produktif. Gejala kahat Fe ditunjukkan adanya gejala antartulang daun menguning, daun yang muncul mengalami klorosis. Seluruh daun dan bagian tanaman menguning (klorotik). Produksi bahan kering dan hasil menurun. Kahat Fe tidak dijumpai pada sawah tergenang yang sedikit asam, namun banyak dijumpai pada sawah dengan tekstur tanah berpasir, kalkareous dan bereaksi alkalin. Kahat Fe sering dijumpai pada lahan kering dengan tanah bereaksi netral, kalkareous dan alkalin (basa). Kahat Fe sangat sulit diatasi dan mahal untuk dikoreksi. Pemberian pada tanah memerlukan 100-300 kg/ha fero sulfat (sulfat besi). Pemberian melalui daun, 2-3 % larutan fero sulfat atau 100 l/ha Fe chelate 2-3 dalam selang waktu 2 minggu dimulai pada fase anakan. Tanaman memerlukan sekitar 0,5 kg/ha Fe (jerami dan biji/gabah) untuk setiap ton hasil gabah, namun setelah aplikasi Fe tidak tersedia bebas bagi tanaman.

Pada waktu aplikasi, berikan solid fero sulfat ( $FeSO_4$ ) di sebelah barisan

tanaman padi dengan dosis 100 kg/ha. Dua sampai tiga aplikasi 2-3 % larutan  $\text{FeSO}_4$  melalui daun atau chelate besi pada selang waktu 2 minggu pada fase anakan. Pupuk Fe yang biasa digunakan adalah larutan ferro sulfat (20-30% Fe), ferro amonium sulfat (14% Fe), dan chelate besi (5-14%).

Kahat Fe memiliki gejala tulang daun menguning. Keracunan Fe ditunjukkan adanya bercak coklat kecil pada daun.

## 5.6 Pengairan

Air merupakan bahan yang sangat vital bagi kehidupan tanaman. Kekurangan air mengakibatkan terganggunya perkembangan morfologi dan proses fisiologi tanaman. Masalah kekurangan air timbul akibat siklus hidrologi di alam yang tidak merata. Sebagai tindak lanjutnya, lahirlah pemikiran untuk memenuhi kekurangan air yang sering terjadi. Salah satu ilmu yang mengkaji dan membahas masalah air bagi pertanian adalah ilmu irigasi.

Irigasi berarti memberi air padatan tanaman untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhannya. Kebutuhan air tanaman sama dengan kehilangan air per satuan luas yang diakibatkan oleh kanopi tanaman ditambah dengan hilangnya air melalui penguapan permukaan tanah pada luasan tertentu. Dengan demikian kebutuhan air tanaman ditentukan dengan menghitung besarnya penguapan (evaporasi) permukaan tanah dan penguapan kebutuhan air secara tepat. Banyak faktor yang perlu mendapat perhatian, terutama faktor meteorologi dan faktor hidrologi yang berhubungan langsung dengan jumlah dan efisiensi irigasi.

Kegiatan-kegiatan irigasi meliputi penampungan air, penyaluran air ke lahan, dan pembuangan kelebihan air serta menjaga kontinuitas air. Pada prinsipnya air irigasi yang ditambahkan

adalah untuk menutupi kekurangan air tanah yang telah ada pada saat yang diperlukan dan dalam jumlah yang cukup. Oleh karena itu untuk merancang irigasi diperlukan data hidrologi, meteorologi, dan pengelolaan air yang mantap.

Kegunaan air irigasi adalah untuk mempermudah pengolahan tanah, mengatur suhu tanah dan iklim mikro, membersihkan tanah dari kotoran, kadar unsur-unsur racun, dan garam serta asam yang berlebihan, menekan pertumbuhan gulma, hama dan penyakit tanaman.

### 5.7.2. Fungsi Air bagi tanaman

Fungsi air bagi tanaman adalah : (a) bagian dari protoplasma, biasanya air membentuk 85% sampai 90% dari berat keseluruhan dari bagian hijau tanaman (jaringan yang sedang tumbuh), (b) reagen yang penting dalam proses fotosintesa dan dalam proses hidrolitik seperti perubahan pati menjadi gula; (c) pelarut garam, gas dan berbagai material yang bergerak ke dalam tanaman melalui dinding sel, dan jaringan xilem ke dalam tanaman, melalui dinding sel dan jaringan xilem serta menjamin kesinambungannya; (d) sesuatu yang esensial untuk menjamin adanya turgiditas pertumbuhan sel, stabilitas bentuk daun, proses membuka dan menutupnya mulut daun, kelangsungan gerak, struktur tanaman.

### 5.7.3. Kebutuhan air bagi tanaman

Kebutuhan air tanaman dinyatakan sebagai jumlah satuan air yang diserap per satuan berat kering yang dibentuk atau banyaknya air yang diperlukan untuk menghasilkan satu satuan berat kering tanaman. Selama pertumbuhan tanaman terus menerus mengisap air dari tanah dan mengelarkannya pada saat transpirasi. Kehilangan air pada tanaman dapat terjadi melalui (a) transpirasi, (b) akibat sampingan fiksasi karbon dioksida dalam pemecahan karbon dan oksigen.

Dalam tanah air berada di antara rongga-rongga tanah dan terikat oleh butir tanah dengan kekuatan yang ditentukan oleh banyaknya air yang dikandung oleh tanah tersebut atau besarnya gaya untuk memisahkan air dari partikel tanah.

Tanah yang terlalu banyak mengandung air menyebabkan berkurangnya udara dalam tanah. Keadaan air dalam tanah yang terbaik adalah pada saat kapasitas lapang. Titik batas yang paling kritis terhadap air disebut titik layu permanen, yaitu pada saat kondisi air dalam tanah tidak lagi tersedia bagi tanaman dan tanaman mulai layu secara permanen.

Kehilangan air pada tanah dipengaruhi oleh: bentuk tajuk tanaman (kanopi), Fase pertumbuhan, kelembaban tanah, dan jenis tanaman

Kemampuan tanah untuk mempertahankan air tergantung pada tekstur tanah. Tanah pasir mempunyai kemampuan mempertahankan air yang lebih lemah daripada tanah liat. Kemampuan tanah pasir untuk memegang air dapat ditambah dengan bahan organik. Air yang tertinggal dalam tanah yang tidak tersedia bagi tanaman dikenal sebagai air higroskopis dan air yang terikat secara kimia (Gambar hal 19). Air higroskopis dipegang erat oleh partikel-partikel tanah sehingga sulit diserap tanaman.

Gerakan air dalam tanah dipengaruhi oleh gradien hidrolis, gravitasi, struktur tanah, tekstur tanah, jumlah air. Air kapiler bergerak melawan gravitasi bumi karena gaya kapileritasnya lebih besar dari gravitasi bumi. Hal tersebut disebabkan karena jumlah air yang berbeda dalam rongga antar partikel belum melampaui batas kemampuan partikel tanah tersebut untuk memegang air. Ketinggian air dapat dicapai oleh air yang berbanding terbalik dengan diameter pembuluh kapiler. Jadi semakin halus

pembuluh kapiler tanah makin tinggi pula gerakan air ke atas.

Efisiensi penggunaan air meningkat dengan kesuburan tanah. Akibat semakin subur tanah, semakin banyak air yang diperlukan, karena absorpsi hara berjalan dengan kecepatan tinggi.

## 5.7 Air Tanah

### 5.7.2 Peran Utama

Air merupakan komponen utama tubuh tanaman, bahkan hampir 90% sel-sel tanaman dan mikrobia terdiri dari air. Air yang diserap tanaman di samping berfungsi sebagai komponen sel-selnya, juga berfungsi sebagai media reaksi pada hampir seluruh proses metabolismenya yang apabila telah terpakai diuapkan melalui mekanisme transpirasi, yang bersama-sama dengan penguapan dari tanah sekitarnya (evaporasi) disebut evapo-transpirasi. Dalam memproduksi biomass sangat banyak dibutuhkan air, tergantung pada jenis tanaman, biasanya untuk setiap kg bobot kering biomass yang diproduksi akan ditranspirasikan air sebanyak 500 kg (nisbah transpirasi 500). Oleh karena itu, apabila dalam sehektar tanam tanaman memproduksi biomas sebanyak 10 ton (4 ton gabah + 6 ton jerami), maka selama juta ton air atau 5 juta m<sup>3</sup>, apabila umur tanaman ini adalah 100 hari berarti setiap hari akan ditranspirasikan sebanyak 50 ton/ha (setara dengan 10 mobil tanki berkapasitas-angkut 5 ton).

Air merupakan komponen penting dalam tanah yang dapat menguntungkan dan kadangkala merugikan. Secara garis-besar peran air tanah yang menguntungkan meliputi : (1). Sebagai pelarut dan pembawa ion-ion hara dari rhizosfer ke dalam akar kemudian ke daun. (2). Sebagai sarana transportasi dan pendistribusian nutrisi jadi dari daun keseluruhan bagian tanaman. (3). Sebagai

komponen kunci dalam proses fotosintesis, asimilasi, sintesis maupun respirasi tanaman. (4). Sebagai agen pemicu pelapukan bahan induk, perkembangan tanah dan diferensial horizon. (5). Sebagai pelarut dan pemicu reaksi kimiawi penyediaan unsur hara tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. (6). Sebagai penopang aktivitas mikrobia dalam merombak unsur hara tak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. (7). Sebagai pembawa oksigen terlarut ke dalam tanah. (8). Sebagai stabilisator temperatur tanah, dan (9). Mempermudah pengolahan tanah. (10). Dipersawahan, genangan air akan menghambat pertumbuhan gulma dan sebagai sarana pemupukan lewat air irigasi (pugasi), dan (11). Sebagai pelarut pupuk dan pestisida

Peran yang merugikan antara lain adalah (1). Sebagai pemicu rusaknya tanah, misalnya melalui erosi' (2). Sebagai pemicu perubahan horizon melalui pelindian komponen-komponennya. (3). Sebagai pemicu kemiskinan tanah melalui pelindian hara, dan (4). Tanah yang jenuh dengan air dapat menyebabkan terhambatnya aliran udara ke dalam tanah, sehingga mengganggu respirasi dan serapan hara oleh akar, serta aktivitas mikrobia yang menguntungkan.

Oleh karena itu, manfaat air tanah bagi tetanaman tergantung pada kemampuan kita dalam meningkatkan peran yang menguntungkan dan menekan peran yang merugikan tersebut.

### **5.8.3. Proporsi dan Siklus Air Tanah**

Air di dunia 97,2 % berupa lautan dan 2,8% terdiri dari lembaran es dan gletser (2,15%), air artesis ( 0,62%) dan air lainnya (0,03%). Air lainnya ini meliputi danau tawar (0,009%), danau air asin (0,008%), air tanah (0,005%), air atmosfer \*hujan dan kabut) (0,001%) dan air sungai (0,0001%) (Strahler dan Strahler cit.Foth,

1984).secara keseluruhan dari total air dunia hanya 2,792% air tawar dan 0,005% diantaranya adalah air tanah.

Kadar air tanah (water storage) merupakan selisih masuka air (water gain) dari presipitasi (meliputi hujan, salju, kabut) yang menginfiltrasi tanah ditambah hasil kondensasi (oleh tanaman dan tanah) dan adsorpsi (oleh tanah) dikurangi air yang hilang (water loss) lewat evapo-transpirasi, aliran permukaan, perkolasi dan rembesan lateral, yang secara umum disebut sebagai persamaan air – tanah:

$$KAT = \text{masuk air} - \text{kehilangan air}$$

KAT adalah Kadar Air Tanah

Oleh karena itu fluktuasi kadar air tanah periodikal, tergantung pada keseimbangan masukan dan kehilangan air tersebut.

Siklus air tanah merupakan proses mekanika perubahan air, baik berupa (1). Perubahan fase yaitu, dari fase cair ke fase padat atau fase gas, maupun. (2). Perubahan situs (lokasi), yaitu dari air tanah menjadi air tanah menjadi air tanaman atau air hujan (atmosfer), air aliran (sungai) dan kembali ke situs air tanah, dan (3). Perubahan status, yaitu dari bentuk tidak tersedia (terikat kuat oleh tanah) menjadi tersedia bagi tanaman atau sebaliknya. Ketiga perubahan ini terjadi dalam sistem tanah-air-tetanaman-atmosfer yang melibatkan tiga mekanisme utama, yaitu : (a). Retensi dan pergerakan air di dalam tanah. (b). Penyerapan (uptake) dan translokasi air didalam tubuh tanaman, dan (c). Penguapan air (evapotranspirasi) ke atmosfer.

#### 5.8.4. Koefisien dan ketersediaan Air Tanah

Air ditahan di dalam sel akar oleh adanya gaya-jerap dan gaya-osmotik. Sel tanaman terdiri dari : (1). Dinding sel yang tegar dan tetapi dapat mengembang secara elastis. (2). Protoplasma yang berupa selaput semipermeabel sehingga dapat dilewati air secara bebas, tetapi tidak bebas dilewati aliran bahan-bahan larut dan koloidal, dan (3). Vakuola yang berisi cairan sel kaya bahan larut dan koloidal.

Adanya bahan-bahan larut dan koloidal dalam vakuola ini mengurangi aktivitas air di dalam sel, yang pengaruhnya makin besar selaras dengan pertambahan kadarnya, gaya yang timbul ini disebut potensial bahan larut (PI). Gaya yang menyebabkan air diluar selaput protoplasma akan mengalir kedalam sel lebih cepat ketimbang difusi bahan larut ke luar protoplasma. Kemudian apabila yang menyerap air adalah bahan koloidal dalam sel atau koloid proplasma, maka gaya ini disebut potensial matrix (Pm), gabungan keduanya disebut potensial osmotik (Po). Tekanan yang menyertai penyerapan air oleh sel disebut turgor atau potensial tekanan (Pt). Potensial inilah yang mendorong air ke luar sel sebagai akibat terjadi pengelembungan sel. Apabila air masuk kedalam sel, volume sel bertambah dan protoplasma terdesak kedinding sel, yang karena elastis jadi mengembang. Makin besar pengelembungan makin besar pula tekanan yang bekerja terhadap air sel dan, tekanan turgor juga meningkat selaras dengan kenaikan tekanan in, sehingga aliran air ke dalam sel menurun berbanding terbalik dengan kenaikan tekanan turgor, dan akan berhenti sama sekali apabila :

$$Pa = Pt + PI + Pm + = Pt + Po = 0$$

Koefisien Air tanah merupakan koefisien yang menunjukkan potensi ketersediaan air tanah untuk mensuplai kebutuhan tanaman (Tabel 3.12), terdiri dari :

- (1) Jenuh atau retensi maksimum, yaitu kondisi di mana seluruh ruang pori tanah terisi. Pada kondisi ini tegangan pada permukaan lapisan air hampir 0 - <1/3 atm. Sehingga air ini terutama yang mengisi pori-pori makro segera turun ke bawah tertarik oleh gaya gravitasi. Air kondisi jenuh ini disebut air bebas atau air Gravitasi atau air drainase atau air berlebihan (lihat gambar 3.7), mudah hilang dan bergerak relatif cepat sehingga dapat melindi (leaching) unsur-unsur hara yang dilaluinya. Pada kondisi tanah berdrainase buruk atau suplai berlebihan (banjir atau tergenang pada periode lama akan berdampak buruk terhadap aerasi tanah sehingga respirasi akar, dan aktivitas mikrobial aerobik seperti bakteri amonifikasi dan nitrifikasi akan berhenti sama sekali.
- (2) Kapasitas lapangan (field capacity) adalah kondisi di mana tebal lapisan air dalam pori-pori tanah mulai menipis, sehingga tegangan antarair-udara meningkat hingga lebih lebih besar dari gaya gravitasi, air gravitasi (pori-pori makro) habis dan air tersedia (pada pori-pori meso dan mikro) bagi tanaman dalam keadaan optimum. Kondisi ini terjadi pada tegangan permukaan lapisan air sekitar 1/3 atm atau pF 2,54.
- (3) Koefisien layu (titik kayu permanen atau titik kelembaban kritis) adalah kondisi kadar air tanah yang ketersediaannya sudah lebih rendah ketimbang kebutuhan tanaman untuk aktifitas dan

mempertahankan turgornya, sehingga tanaman menjadi layu secara permanen atau tak dapat pulih lagi. Hal ini merupakan akibat terbatasnya suplai air/hujan pada absorpsi (penyerapan) air oleh tanaman dan avaporasi terus terjadi. Pada kondisi ini air yang tersisa hanya air adhesi dan terikat kuat oleh gaya matrik tanah, yaitu pada tegangan sekitar 15 atm.

- (4) Koefisien Higroskopis adalah kondisi dimana air tanah terikat sangat kuat oleh gaya matrik tanah, yaitu pada tegangan minimal 3 atm. Air yang tersisa adalah air adhesi, yaitu air yang langsung terjerap ke bahan padat tanah, berbentuk kristal dan tidak tersedia bagi tanaman.

Air tanah yang mempunyai tegangan antara 1/3 atm – 31 atm (antara kapasitas lapangan hingga koefisien higroskopis) disebut air kapiler, terdiri atas air kohesi pada pori-pori meso dan mikro serta sedikit pada pori makro. Pergerakannya lambat dan terjadi melalui penyesuaian terhadap ketebalan lapisan air, berfungsi sebagai larutan tanah dan sebagiannya.

Air tersedia (air yang dapat diserap langsung tanaman) adalah air yang ditahan tanah pada kondisi kapasitas lapangan hingga koefisien layu, namun makin mendekati koefisien layu tingkat ketersediaannya makin rendah. Oleh karena itu untuk menjamin tercukupinya kebutuhan tanaman, suplai air harus diberikan apabila 50 – 85% air tersedia ini telah habis terpakai. Air yang ditahan di atas koefisien layu merupakan air tak tersedia, terdiri dari sebagian air kapiler (air adhesi dan sedikit air kohesi) dan seluruh air hidroskopis (air kristal).

#### 5.8.5. Faktor-faktor Ketersediaan

Air tanah. Kadar dan ketersediaan air tanah sebenarnya pada setiap koefisien ini umumnya bervariasi terutama tergantung pada :

- (1) Tekstur tanah. Kadar air tanah bertekstur liat > lempung > pasir, misalnya pada tegangan 1/3 atm (kapasitas lapangan), kadar air tanah pada masing-masingnya adalah sekitar 55%, 40% dan 15%. Hal ini terkait dengan pengaruh tekstur terhadap proporsi bahan koloidal, ruang pori dan luas permukaan adsorptif, yang makin halus teksturnya akan makin banyak sehingga makin besar kapasitas-simpan airnya. Hasil-hasilnya berupa peningkatan kadar dan ketersediaan air tanah. Kadar air tersedia berdasarkan tekstur tanah tertera pada gambar 3.9

- (2) Kadar bahan organik tanah (BOT). BOT mempunyai pori-pori mikro yang jauh lebih baik ketimbang partikel mineral tanah, yang berarti luas permukaan penyerap (kapasitas simpan) air juga lebih banyak, sehingga makin tinggi kadar BOT akan makin kadar dan ketersediaan air tanah.

- (3) Senyawa kimiawi. Garam-garam senyawa-pupuk/amelioran (pembenah tanah) baik alamiah maupun nonalamiah mempunyai gaya osmotik yang dapat menarik dan menghidrolis air, sehingga koefisien layu meningkat. Konsekuensinya, makin banyak senyawa kimiawi dan ketersediaan air tanah menurun;

- (4) Kedalaman solum/lapisan tanah menentukan volume simpan air Tanah., makin dalam makin besar, sehingga kadar dan ketersediaan air juga makin banyak. Kedalaman solum/lapisan ini sangat penting bagi tetanaman berakar tunggang dan dalam.

Disamping faktor tanah ini, faktor iklim dan tanaman juga menentukan kadar dan ketersediaan air tanah. Faktor iklim yang berpengaruh meliputi curah hujan, temperatur dan kecepatan angin, yang prinsipnya terkait dengan suplai air dan evotranspirasi. Faktor tanaman yang berpengaruh meliputi bentuk dan kedalaman perakaran, toleransi terhadap kekeringan, serta tingkat dan stadia pertumbuhan, yang pada prinsipnya terkait dengan kebutuhan air tanaman

#### 5.8.6. Teknik pengairan

Dalam hubungannya dengan produksi tanaman, air harus dikelola secara baik dan ekonomis. Pengelolaan air meliputi (1) irigasi, (2) drainase, (3) konservasi. Irigasi adalah penambahan suplemen air. Penggunaan irigasi telah dilakukan sejak jaman kuno. Jenis irigasi meliputi (1) irigasi permukaan, di mana air didistribusikan melalui permukaan tanah; (2) irigasi penyiraman, yaitu pemberian air melalui pipa bertekanan; (3) irigasi eniter berupa sprinkler, spitter dan dripper, yaitu mendistribusikan air ke bawah permukaan tanah untuk memberi kelembaban kepada tanaman lewat gaya kapiler ke atas. Masing-masing sistem sesuai dengan sistem budidaya tertentu.

Untuk tujuan pertanian, air diukur dengan istilah volume dan kecepatan mengalir. Volume diberikan dalam satuan galon, kaki kubik, hektar-cm, dan lain-lain. Satu hektar-cm dari air adalah jumlah air yang akan menutupi satu hektar tanah sedalam cm dan kira-kira sebanyak 100 m<sup>3</sup> atau 100.000 liter. Kecepatan air mengalir dinyatakan dalam liter/detik, liter/menit, hektar-cm/hari dan sebagainya.

Irigasi permukaan adalah cara yang paling umum dikenal di Indonesia, yaitu sistem leb dari sawah. Air dibawa lewat parit-parit agak datar dengan kecepatan rendah untuk menghindari erosi. Parit dapat diaspal, disemen, diberi plastik atau

tumpukan rumput-rumput untuk menghindari kebocoran air ke bawah. Dalam sistem leb harus cukup waktu untuk membiarkan air menutupi seluruh permukaan dan cukup waktu bagi air untuk masuk ke dalam tanah, agar lama tinggal di atas parit sehingga dapat mensuplai air untuk akar tanaman. Dalam hal ini harus dibuat parit pembuangan air, untuk mengalirkan kelebihan air sesudah kapasitas lapang lahan tersebut tercapai. Irigasi permukaan biasa diberikan kepada tanaman yang menutup rata tanah seperti padi dan padang rumput.

Untuk tanaman berbaris digunakan sistem *leb-furrow* irrigation, sedangkan untuk tanaman yang rata menutup tanah digunakan sistem leb-flood irrigation dan contour irrigation.

Irigasi siraman telah dikenal di negara-negara maju. Teknik ini telah banyak dilakukan dengan menggunakan pipa-pipa otomatis. Di Indonesia, belum banyak dilakukan kecuali untuk padang rumput golf. Tetapi teknik irigasi siraman sederhana yang dilakukan oleh para petani adalah dengan menggunakan gayung atau gembor atau ujung pipa plastik. Keuntungan teknik irigasi siraman adalah lebih seragam dan tepat untuk setiap jenis tanah dan tanaman. Masalah yang ditimbulkan dari teknik ini relatif kecil, tidak ada erosi, air dapat lebih ekonomis dibanding sistem leb. Pupuk dapat diberikan bersama air siraman. Kerugian sistem siram adalah mahalnya peralatan pada investasi awal dan air harus selalu bersih. Teknik irigasi siraman dengan tangan akan mengakibatkan biaya tenaga yang sangat tinggi.

Teknik pengairan drainase adalah menyiapkan bedengan, guludan, pada saat persiapan lahan. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk membuang kelebihan air. Kaang-kadang pada

daerah lembab perlu pipa drainase yang ditanamkan dalam tanah.

## 5.9. Pemangkasan (*pruning*)

### 5.9.1. *Pemangkasan tanaman muda*

Pemangkasan penting dalam rangka mengembangkan tanaman dengan struktur yang kokoh dan bentuk yang diinginkan. Ada beberapa prinsip sederhana yang harus dimengerti dalam melakukan pemangkasan tanaman muda. Pertama, setiap potongan memiliki potensi mengubah pertumbuhan tanaman. Kedua, karena teknik pemangkasan yang tepat adalah penting, maka pemangkasan yang buruk dapat menyebabkan kerusakan tanaman bahkan dapat menyebabkan kematiannya. Ketiga, proses penyembuhan pada tanaman tidak seperti halnya pada manusia. Ketika tanaman mengalami luka (atau dilukai) tanaman tersebut harus tetap tumbuh dan luka tersebut akan tetap ada. Keempat, adanya suatu aturan bahwa potongan yang kecil menghasilkan kerusakan yang kecil pula. Hal ini yang menyebabkan mengapa pemangkasan yang tepat pada tanaman muda menjadi kritis dan penting. Dengan demikian, jika pemangkasan pada waktu tanaman sudah matang diperlukan pemotongan yang lebih banyak dan akan menjadi lebih sulit dilakukan.

- ***Membuat potongan***

Jika pemotongan dapat mengganggu respon tanaman terhadap pertumbuhan dan proses penutupan luka potongan, maka pemangkasan harus dibuat di luar lingkaran cabang (*branch collar*). Hal ini karena pada bagian tersebut terdapat jaringan batang atau induk cabang dan tanaman akan rusak potongan dilakukan di tempat tersebut. Dalam beberapa kasus, jika potongan cukup besar, maka tanaman dapat mengalami kerusakan internal permanen

akibat pemangkasan yang tidak tepat. Jika cabang permanen perlu diperpendek, maka potonglah cabang atau tunas lateral. Pemotongan dilakukan pada internodal atau pemotongan dibuat di antara tunas atau cabang dapat menyebabkan batang membusuk, gangguan produksi dan pertumbuhan yang menyimpang.

- ***Perlengkapan Pemangkasan***

Untuk tanaman berukuran kecil, sebahagian besar pemotongan dapat dilakukan dengan gunting atau pisau. Untuk pemotongan batang lebih dari 0.5 inci harus menggunakan gunting bertangkai atau gergaji pangkas.

- ***Memperoleh struktur percabangan yang kokoh***

Struktur cabang primer yang baik dapat dibentuk selagi tanaman masih muda. Percabangan yang berjenjang memberikan bentuk tanaman yang sudah dewasa dan memberikan perlakuan pemangkasan yang tepat terhadap tanaman yang masih muda dapat mengembangkan struktur yang kokoh.

- ***Perkembangan batang***

Pada sebahagian besar tanaman muda, pertahankan batang tunggal yang dominan. Jangan lakukan pemangkasan pucuk yang dapat menyebabkan munculnya dua batang utama yang disebut dengan cabang *codominant stems*. Hal ini akan mengakibatkan kelemahan struktur batang, oleh karena itu sebaiknya dibuang saja selagi tanaman masih muda. Cabang-cabang lateral akan menyebabkan perkembangan struktur tanaman yang tegap, dan meruncing. Perlu dipertahankan beberapa cabang lateral walaupun akan dipangkas kemudian. Cabang-cabang seperti ini dinamakan cabang sementara yang berperan dalam

melindungi batang dari kerusakan akibat sinar matahari atau kerusakan mekanis. Cabang sementara ini dipertahankan cukup pendek agar tidak menghalangi atau menjadi pesaing bagi cabang lateral yang dipilih untuk dipertahankan.

- ***Pemilihan cabang permanen***

Tingginya cabang permanen yang paling rendah ditentukan oleh fungsi yang diharapkan serta lokasi tanaman pada lanskapnya. Pohon yang digunakan untuk menyaring pandangan yang tidak diinginkan atau untuk penghadang angin dapat dibiarkan bercabang serendah mungkin. Jarak antar cabang baik vertikal maupun horizontal sangatlah penting. Cabang yang dipilih sebagai cabang permanen harus memiliki ruang yang cukup terhadap batangnya. Pertahankan keseimbangan radial dengan cabang-cabang yang tumbuh keluar untuk segala arah.

Beberapa pohon memiliki kecenderungan perkembangan cabang dengan sudut percabangan yang kecil. Ketika tanaman tersebut tumbuh, maka akan terdapat lipatan-lipatan kulit yang nantinya akan mengganggu percabangan pada batang utama. Pemangkasan harus dilakukan terhadap cabang-cabang yang memiliki penempelan yang lemah selagi cabang tersebut masih muda.

Hindari adanya pengelompokan daun pada percabangan di dalam. Karena daun pada setiap cabang/ranting perlu menghasilkan makanan yang cukup untuk kehidupan dan pertumbuhan pohon maka setiap cabang harus memberikan sumbangan makanan kepada batang dan akar. Jika terlalu banyak daun yang dibuang maka pohon akan mengalami "kelaparan", penurunan pertumbuhan dan menjadi tidak sehat.

- ***Pemangkasan pohon yang baru ditanam***

Pemangkasan terhadap tanaman yang baru ditanam harus dibatasi. Buang cabang yang mati atau patah, tunda pemangkasan untuk tahun berikutnya. Pohon yang tidak dipangkas pada awal penanamannya akan menghasilkan akan yang lebih kuat dibandingkan tanaman yang dipangkas pada waktu penanamannya.

- ***Membalut luka***

Membalut luka akibat pemotongan diperkirakan akan mempercepat penutupan luka, melindungi luka tersebut dari serangga dan penyakit serta mengurangi pembusukan. Walaupun demikian, penelitian menunjukkan bahwa pembalutan tidak mengurangi pembusukan atau kecepatan penutupan luka dan jarang sekali dapat melindungi luka terhadap serangan serangga atau infeksi penyakit. Sebahagian besar ahli menyarankan pembalutan luka tidak dilakukan. Jika harus dilakukan atau untuk tujuan keindahan, maka gunakan kain yang tipis dari bahan yang tidak mengandung racun terhadap tanaman.

### ***5.9.2. Pemangkasan tanaman yang sudah tua***

Pemangkasan paling umum dilakukan untuk tujuan mempertahankan bentuk tanaman. Walaupun banyak pepohonan hutan tumbang dengan sangat baik, akan tetapi tanaman pekarangan memerlukan kehati-hatian yang lebih tinggi. Pemangkasan harus dilakukan dengan pemahaman bagaimana repon tanaman terhadap pemotongan bagian tubuhnya. Pemangkasan yang tidak tepat dapat menyebabkan kersukanan yang akan mengantarkan kepada kematian pohon.

- **Alasan melakukan pemangkasan**

Karena setiap pemotongan akan berpotensi mengubah pertumbuhan pohon, maka seharusnya jangan ada cabang yang dibuang tanpa alasan yang kuat. Alasan yang umum bagi pemangkasan adalah membuang cabang yang mati, membuang dahan yang terlalu banyak dan menghilangkan resiko bahaya. Pohon dapat dipangkas untuk tujuan meningkatkan penetrasi cahaya dan udara ke bagian dalam dari tajuknya, atau ke bagian bawah lanskap. Dalam banyak kasus, tanaman yang sudah tua dipangkas sebagai tindakan korektif atau tindakan preventif.

Penipisan percabangan secara rutin tidak cukup memperbaiki kesehatan pohon. Pohon akan menghasilkan tajuk yang padat dengan daun untuk menghasilkan gula yang digunakan sebagai energi untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Pembuangan daun melalui pemangkasan dapat mengurangi pertumbuhan dan penyimpanan energi. Pemangkasan secara besar-besaran akan mengakibatkan pohon menjadi stress

- **Waktu pemangkasan**

Sebagian besar pemangkasan rutin adalah membuang dahan yang lemah atau mati, dimana pemangkasan dapat dilakukan setiap saat selama tidak berakibat buruk terhadap pohon.

- **Teknik pemangkasan dan pembersihan tajuk**

Teknik ini adalah membuang cabang yang mati, cabang yang berpenyakit, membuang cabang lemah dan cabang yang memiliki kemampuan tumbuh rendah.

- **Penipisan tajuk**  
Tindakan selektif membuang cabang untuk meningkatkan penetrasi cahaya dan pergerakan udara di daerah tajuk

- **Peningkatan tajuk**

Membuang cabang-cabang yang rendah dengan tujuan untuk memberikan kesan bersih

- **Mengurangi tajuk**

Mengurangi ukuran tanaman dengan cara mengurangi ketinggian dan lebar tajuk.

## **5.10. Organisma Pengganggu Tumbuhan (Opt)**

Menurut PP Nomor 6 tahun 2005 tentang Perlindungan Tanaman, terdapat beberapa diskripsi diantaranya adalah perlindungan tanaman dilaksanakan pada masa pra tanam, masa pertumbuhan tanaman, dan atau masa pasca panen. Perlindungan tanaman pada masa pra tanam dilaksanakan sejak penyiapan lahan atau media tumbuh lainnya sampai dengan penanaman. Perlindungan tanaman pada masa pertumbuhan tanaman dilaksanakan sejak penanaman sampai dengan panen. Perlindungan tanaman pada masa pasca panen dilaksanakan sejak sesudah panen sampai dengan hasilnya siap dipasarkan.

Perlindungan tanaman dilaksanakan melalui sistem pengendalian hama terpadu yaitu dengan cara:

- Pencegahan masuknya organisme pengganggu tumbuhan kedalam dan tersebarnya dari suatu area ke area lain di dalam wilayah negara Republik Indonesia;
- Pengendalian organisme pengganggu tumbuhan;
- Eradikasi organisme pengganggu tumbuhan;

Perlindungan tanaman dilaksanakan dengan menggunakan sarana dan cara yang tidak mengganggu kesehatan dan atau mengancam keselamatan manusia,

menimbulkan gangguan dan kerusakan sumber daya alam dan atau lingkungan hidup.

Pencegahan masuknya ke dalam atau tersebarnya organisme pengganggu tumbuhan dari suatu area ke area lain di dalam wilayah negara Republik Indonesia dilaksanakan dengan cara mengenakan tindakan karantina pada setiap media pembawa organisme pengganggu tumbuhan karantina yang dimasukkan ke dalam atau dikirim dari suatu area ke area lain di dalam wilayah negara Republik Indonesia. Pemasukan media pembawa organisme pengganggu tumbuhan karantina baik berupa tumbuhan maupun bagian-bagian tumbuhan ke dalam wilayah Negara Republik Indonesia wajib:

- dilengkapi sertifikat kesehatan dari negara asal dan negara transit;
- dilakukan melalui tempat-tempat pemasukan yang telah ditetapkan;
- dilaporkan dan diserahkan kepada petugas karantina di tempat tempat pemasukan untuk keperluan tindakan karantina.

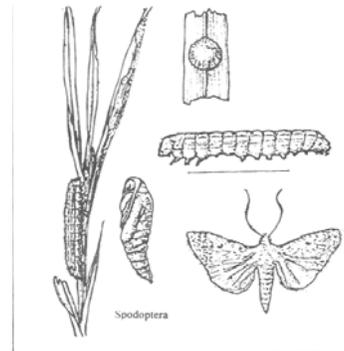
Pengiriman media pembawa organisme pengganggu tumbuhan karantina baik berupa tumbuhan maupun bagian-bagian tumbuhan dari satu area lain di dalam wilayah Negara Republik Indonesia wajib

- o dilengkapi sertifikat kesehatan dari area asal;
- o dilakukan melalui tempat-tempat pemasukan dan pengeluaran yang telah ditetapkan;
- o dilaporkan dan diserahkan kepada petugas karantina ditempat-tempat pemasukan dan pengeluaran untuk tindakan karantina.

Organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah semua makhluk hidup yang merusak tanaman, baik tu dari kelompok virus, bakteri, jamur, serangga, burung

dan mamalia. Pengganggu dapat dikelompokkan dalam beberapa istilah yang lebih luas, yaitu patogen, sebagai penyebab penyakit tanaman, hama, organisme yang merusak tanaman dan gula, adalah tumbuhan yang merusak tanaman budidaya. Kerusakan yang disebabkan oleh OPT mencapai 33%.

Anda pasti pernah melihat daun tanaman bolong, buah cabe dan tomat yang busuk di pohonnya atau tanaman layu. Semua kerusakan tersebut disebabkan oleh serangan hama dan penyakit. Hama adalah kelompok hewan yang menyebabkan kerusakan pada tumbuhan dan mengakibatkan kerugian. Gambar di bawah ini menunjukkan beberapa jenis hama yang biasa menyerang tanaman.



Gambar 5.10.  
Spodoptera sp adalah salah satu contoh hama tanaman

#### a. Hama Tumbuhan

Hama tanaman adalah organisme pengganggu tanaman berupa serangga, burung dan kelompok mamalia. Hama dari ke-lompok serangga memegang peranan penting karena jumlahnya cukup banyak dan hampir 50% menjadi pengganggu kehidupan manusia. Diperkirakan sebanyak 1500 species serangga yang menempati permukaan bumi menjadi hama tanaman. Kerugian akibat hama tanaman antara lain,

- mengurangi hasil tanaman;
- mengurangi mutu atau kualitas hasil tanaman,
- mempercepat terjadinya infeksi penyakit pada tanaman;
- menambah biaya produksi karena diperlukan adanya biaya untuk pengendalian hama.

Serangga merusak tanaman dengan cara memakan bagian tanaman, menisap cairan dalam jaringan tanaman, memamah dan menusuk serta menumpang bertelur pada tanaman. Bentuk kerusakan tanaman tergantung pada tipe mulut serangga. Kehidupan serangga dikendalikan oleh dua faktor,

yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal (biotik) adalah segala proses kehidupan dari tubuh serangga untuk memacu kehidupannya. Sedangkan faktor eksternal adalah faktor lingkungan yang langsung berpengaruh terhadap kehidupannya, seperti suhu, cahaya, kelembaban udara, faktor iklim yang lain, faktor biologis dan gangguan manusia. Berikut ini adalah beberapa contoh hama tanaman (Gambar 2).

Beberapa contoh hama yang sering menyerang tanaman adalah tungau, Ulat Lepidoptera, Lalat diptera, Kepik Hemiptera, Kutu Homoptera, Kumbang Coleoptera dan mamalia (tikus, gajah, dan babi hutan).



Gambar 5.11.

Beberapa contoh hama-hama tanaman yang sering merugikan petani diantaranya adalah ulat lepidoptera, tikus, kumbang Coleoptera, dan gajah.

### 1). Hama Tungau

Penyebab : Tungau merah (Oligonychus). Tungau ini berukuran 0,5 mm, hidup disepanjang tulang anak daun sambil mengisap cairan daun sehingga warna daun berubah menjadi mengkilat berwarna bronz. Hama ini berkembang

pesat dan membahayakan dalam keadaan cuaca kering pada musim kemarau. Gangguan tungau pada pesemaian dapat mengakibatkan rusaknya bibit.



Gambar 5.12.  
Gejala serangan tungau merah pada tanaman jeruk.



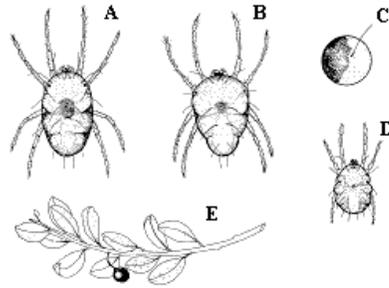
Gambar 5.13.  
Larva tungau merah

## 2). Ulat Lepidoptera

a). *Sylepta* sp. (Pyrilidae; Lepidoptera)  
Penggulung daun nilam dan pemakan daun lainnya. Hama ini meletakkan telur di atas permukaan daun. Setelah larva menetas warnanya transparan. Setelah mulai memakan daun warna ulat hijau. Ulat bergerombol memakan bagian atas permukaan daun, sehingga bagian daun yang dimakan kelihatan transparan. Ketika ulat mulai agak dewasa, ulat membuat sarang dengan cara menggulung daun yang agak muda dan memakan daun dari sarang yang dibuat.



Gambar 5.14.  
Imago tungau merah.

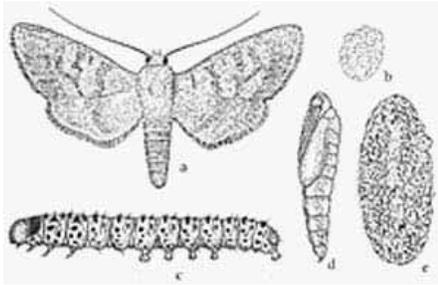


Gambar 5.15.  
Siklus hidup tungau merah

Bila daun sudah habis, ulat juga memakan batang muda dekat sarangnya. Pada kondisi demikian serangan hama sudah mulai menimbulkan kerugian  $\pm$  5 – 10% sehingga perlu diwaspadai dan segera mengambil tindakan pencegahan. Penyebaran tidak terlalu cepat dan tergantung pada populasi imago.



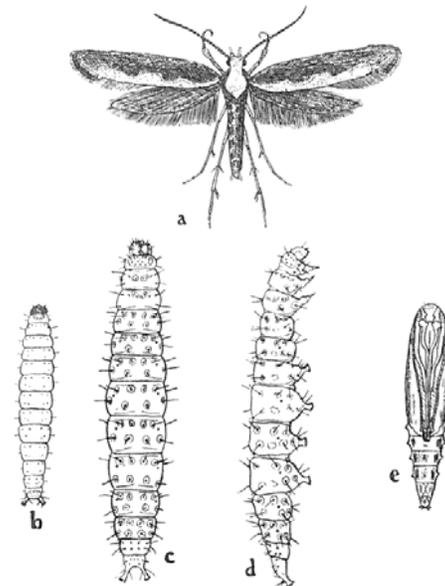
Gambar 5.16.  
Imago (serangga dewasa) *Sylepta* sp.



Gambar 5.17  
Siklus hidup *Sylepta* sp.

b). Ulat tritip/ ulat daun (*Plutella xylostella*)

Ulat tritip memakan bagian bawah daun sehingga tinggal epidermis bagian atas saja. Ulatnya kecil kira-kira 5 mm berwarna hijau. Jika diganggu akan menjatuhkan diri dengan menggunakan benang. Ulat ini cepat sekali kebal terhadap satu jenis insektisida.



Gambar 5.19.  
Siklus hidup *Plutella* sp.



Gambar 5.18  
Imago *Plutella* sp



Gambar 5.20.  
Larva *Crocidolomia* sp

c). Ulat krop/ jantung kubis (*Crocidolomia binotalis*)

Sering menyerang titik tumbuh sehingga disebut sebagai ulat jantung kubis. Ulatnya kecil berwarna hijau lebih besar dari ulat tritip, jika sudah besar garis-garis coklat. Jika diganggu agak malas untuk bergerak. Berbeda dengan ulat tritip yang telurnya diletakkan secara menyebar, ulat jantung kubis meletakkan telurnya dalam satu kelompok.



Gambar 5.21.  
Imago *Crocidolomia* sp.

d). Ulat grayak (*Spodoptera litura*)

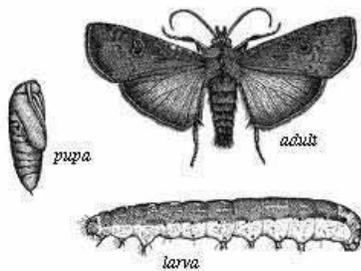
Sering menyerang secara berkelompok dan serangan sangat mendadak.

Serangan umumnya terjadi pada malam hari sehingga disebut ulat gerayak atau ulat tentara. Ulatnya berwarna hijau lebih besar dari ulat kubis, jika sudah besar garis-garis coklat.

Jika diganggu agak malas untuk bergerak.



Gambar 5. 22.  
Larva *Spodoptera* sp.



Gambar 5.23  
Siklus hidup *Spodoptera* sp

e). Ulat tanah (*Agrotis ipsilon*)

Ulat berwarna hitam. Gejala kerusakan yang ditimbulkan ialah terpotongnya tanaman kubis yang masih kecil. Pengendalian dapat dilakukan dengan membongkar tanah secara berhati-hati disekitar tanaman yang terpotong.

3) Lalat Diptera

Lalat bibit adalah salah satu hama yang dapat merusak bibit tanaman. Tanaman yang umumnya diserang oleh lalat bibit adalah leguminoceae. Beberapa lalat bibit yang sering merugikan adalah lalat kacang (*Agromyza phaseoli*), penggerek pucuk kedelai (*Agromyza dolichostigma*), penggerek batang kedelai (*Melanagromyza sojae*).



Gambar 5.24.  
Larva *Agrotis* sp.



Gambar 5. 25.  
Imago *Agrotis* sp.



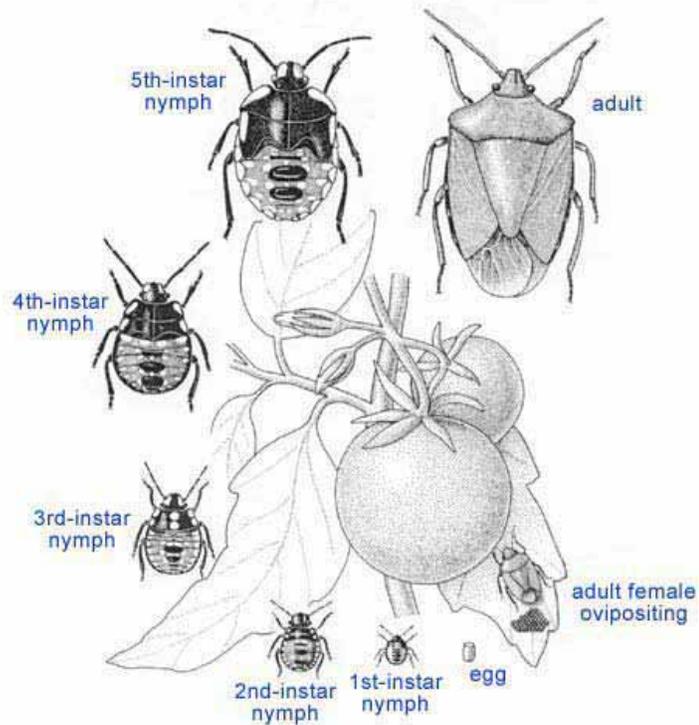
Gambar 5.26.  
Gejala serangan lalat diptera.

4) Kepik Hemiptera

Kepik hemiptera adalah perusak polong. Serangga merusak tanaman dengan cara mengisap cairan tanaman dengan jarum stilet (alat pengisap yang dipunyai serangga). Serangga penggerek polong adalah *Etiella zinchenella*. Serangga pengisap polong adalah *Riptortus linearis*, dan kepik hijau *Nezara viridula*.



Gambar 5. 27.  
Imago kepik *Nezara viridula*

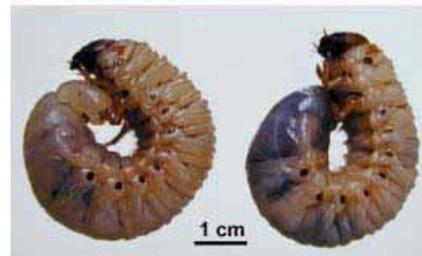
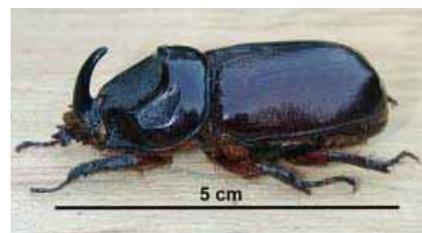


Gambar 5.28.  
Siklus hidup *N. viridula*

5) Kumbang Coleoptera  
Kumbang *Oryctes* adalah *Oryctes rhinoceros*. Hama ini menimbulkan gejala serangan dengan cara kumbang dewasa masuk ke dalam titik tumbuh dan memakan bagian yang lunak. Bila serangan mengenai titik tumbuh, tanaman akan mati, tetapi bila makan bakal daun hanya menyebabkan daun dewasa rusak seperti terpotong gunting.

hanya menyebabkan daun dewasa rusak seperti terpotong gunting.

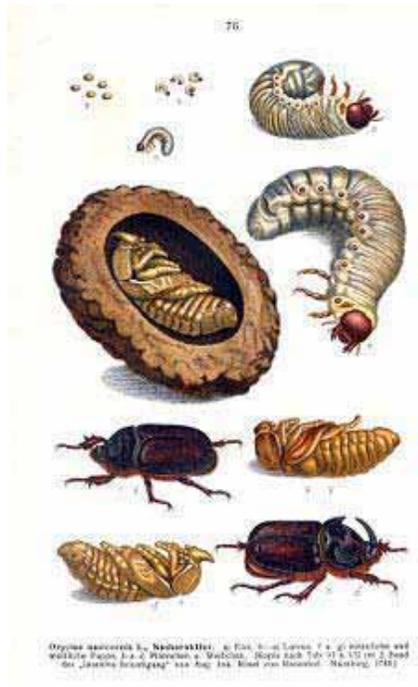
a). Kumbang Coleoptera  
Kumbang *Oryctes* adalah *Oryctes rhinoceros*. Hama ini menimbulkan gejala serangan dengan cara kumbang dewasa masuk ke dalam titik tumbuh dan memakan bagian yang lunak. Bila serangan mengenai titik tumbuh, tanaman akan mati, tetapi bila makan bakal daun



Gambar 5.29.  
Hama tanaman kelapa kumbang *Oryctes* sp

6) Mamalia

Hama yang termasuk mamalia (binatang menyusui) adalah babi hutan dan kera. Hama ini sangat merusak tanaman kelapa sawit. Di beberapa daerah tertentu di Sumatera, gajah sering menyebabkan kerusakan yang serius pada tanaman kelapa sawit muda. Selain itu juga tikus (rodentia) merupakan hama yang merusak (memakan) buah kelapa sawit yang sudah tua.



Gambar 5.30.  
Siklus hidup kumbang hama kepala *Oryctes rhinoceros*

b. Penyakit tumbuhan

Penyakit tanaman dikelompokkan menjadi dua. Yang pertama adalah penyakit non infeksius dan yang ke dua adalah penyakit infeksius. Sejak benih ditanam, fase vegetatif dan fase generatif tanaman, semua kebutuhan hara tanaman harus dicukupi. Jika tanaman mengalami kekurangan hara atau kelebihan salah satu unsur hara atau pH media tumbuh terlalu rendah atau terlalu

tinggi maka tanaman akan menunjukkan gejala kerusakan. Gejala ini dapat berupa perubahan laju pertumbuhan, ukuran tanaman, warna daun, ketebalan daun, warna batang, warna buah atau bunga, bentuk buah atau bunga dan lain-lain.

Tanaman sakit adalah suatu kondisi tanaman yang tidak wajar, sehingga proses kehidupan (metabolisme) tanaman terganggu, yang pada akhirnya menimbulkan kerugian bagi petani. Penyebab penyakit dapat disebarkan dari tanaman yang sakit atau dari bagian tanaman yang sakit tersebut ke tanaman sehat. Penyakit yang sering menginfeksi tanaman dapat berupa jamur, bakteri, virus dan fitoplasma. Penyebab penyakit atau patogen tersebut menyebabkan adanya gejala kerusakan pada bagian-bagian tanaman seperti pada akar, batang, daun, buah, bunga dan biji. Gejala serangan patogen tersebut dinamakan penyakit.

Gejala penyakit pada tanaman dikelompokkan sebagai berikut : Kerdil (pertumbuhan tanaman yang lamban secara menyeluruh); klorosis (perubahan jaringan tanaman dari hijau menjadi kekuningan); nekrosis (kematian jaringan tanaman/bercak daun); layu (terganggunya aliran air di dalam pembuluh tanaman); kanker (pertumbuhan bagian tanaman yang tidak wajar).

Patogen tanaman dapat berupa jamur yaitu organisme yang umumnya berbentuk benang, dapat menghasilkan spora. Intinya jelas dan dapat dilihat di bawah mikroskop dengan pembesaran lensa 100-400 kali. Sedangkan bakteri adalah mikro-organisme yang lebih kecil dari jamur, mempunyai sel tunggal atau berkoloni, berbentuk seperti batang, koma atau rantai.

Patogen yang lain adalah bakteri yaitu mikroba yang dapat dilihat dengan pembesaran 100-1600 kali dan harus menggunakan minyak emersi.

Virus adalah mikroba yang hanya mempunyai suatu selubung protein dengan asam nukleat yang dapat mempengaruhi kerja DNA sehingga proses kehidupan tanaman terganggu.

MLO adalah patogen yang merupakan peralihan dari virus ke bakteri. Bentuk virus dan MLO hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikro-skop elektron (pembesaran > 1 juta kali). Patogen-patogen tersebut dapat menyerang tanaman pada fase vegetatif dan fase generatif.

#### 1). Penyakit Non Infeksius

Faktor lingkungan yang tiba-tiba berubah, suply nutrisi yang tidak cocok, atau irigasi akan menyebabkan gejala kerusakan fisiologi pada tanaman. Beberapa tanaman budidaya lebih sensitif terhadap perubahan-perubahan tersebut di atas dibandingkan dengan varietas lainnya.

Faktor lingkungan yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman antara lain:

- Suhu ekstrim, kekurangan atau kelebihan air.
- Kerusakan atau kelebihan cahaya.
- Kekurangan oksigen.
- Polusi udara.
- Defisiensi nutrisi.
- Keracunan mineral.
- Keasaman atau kebasaan tanah.
- Keracunan pestisida.
- Praktek penanaman yang salah dan lain sebagainya yang menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak normal

#### (a). Penyakit Pecah Buah

Pada permukaan bawah buah tomat ,gejala terbakar, dan akibat akhirnya akan menimbulkan gejala bercak kering melingkar (Gambar ). Defisiensi calsium.

Media tumbuh tanam yang tiba-tiba mendapatkan suply air, aku-mulasi garam pada daerah per-akaran merupakan gejala-gejala yang umum. Usaha menghidar dari hal tersebut di atas akan menimbulkan busuk buah.



Gambar 5.31  
Gejala serangan penyakit pecah buah.

#### (b). Penyakit Pecah Buah konsentris

Belahan konsentris meling-kar yang terdapat pada seluruh permukaan buah atau muncul dari tangkai buah biasanya disebabkan oleh tingginya suhu hari, besarnya perbedaa suhu antara siang dan malam dan perubahan tiba-tiba pada siang dan suhu malan media pertumbuhan telah menjadi topik bagi penelitian



Gambar 5.32.  
Gejala penyakit buah konsentris

#### (c). Penyakit Belah Cekung

Belah yang umumnya keluar dari permukaan buah mulai dari bahu buah adalah akibat terdapatnya perbedaan tang nencocok antara mahasiswa. Perubahan suhu yang peralahan lahan

dimulai dari adanya ventilasi mencegah terjadinya kejadian ini.



Gambar 5.33.  
Gejala penyakit nekrosa buah

(d). Penyakit Keriting Buah

Keriting buah merupakan kerusakan fisiologis yang sangat merugikan mentimun. Buah muda menjadi seperti kurva dan dimulai pada saat perkembangan bunga stadia awal dan mungkin disebabkan oleh perubahan suhu yang mendadak, kelembaban media pertumbuhan yang kurang cocok, kekurangan nutrisi, kebanyakan jumlah buah dan diserang hama. Bakal buah yang tidak produktif sebaiknya dipangkas.



Gambar 5.34. .  
Gejala penyakit keriting buah.

Identifikasi keberadaan penyakit secara dini terhadap tanaman hidroponik dapat mengendalikan permasalahan penyakitnya. Dengan mempertahankan

kebersihan lingkungannya, dan mengadopsi praktek-praktek budidaya yang tepat seperti keseimbangan hara dapat mempertahankan tanaman tetap sehat. Kerusakan akibat hama dan penyakit akan berkurang. Selain itu dianjurkan agar memulai penanaman dengan menggunakan bibit yang sehat. Dengan strategi adopsi pengelolaan hama terpadu (PHT) untuk tanaman sangat dianjurkan di sini. Jika perlu gunakan bahan kimia yang direkomendasi untuk mengendalikan serangga hama atau beberapa penyakit dan selalu mengikuti aplikasinya secara ketat sebelum proses panennya.

(e). Kerusakan tanaman akibat ketidakseuaian hara

Semua hara penting diberikan. Jika larutan tanaman mengalami kekurangan hara atau kelebihan salah satu komponen haranya atau pH dan daya hantar listriknya melebihi daya toleransi tanaman. Maka tanaman akan menampilkan gejala kerusakan. Gejala ini meliputi perubahan pada laju pertumbuhan, ukuran tanaman, bentuk daun dan warna daun, ketebalan daun, warna batang, jarak antar cabang, karakteristik akar dan lain-lain.

Selanjutnya, karakteristik buah akan berubah juga. Walaupun gejala luar ini akan beragam berdasarkan tanaman dan varietasnya, beberapa gejala umum dapat digambarkan dalam tabel gambar berikut ini.

2). Penyakit infeksius

Penyakit tanaman pada umumnya disebabkan oleh bibit penyakit (patogen). Patogen yang sering menyerang tanaman budidaya adalah jamur (fungi), virus, bakteri, dan nematoda. Manusia sebagai penyebab meningkatnya penyakit tumbuhan dapat dibuktikan dengan banyak penyakit tumbuhan yang berkembang sebagai akibat dari

kemajuan ilmu pertanian yang dikembangkan oleh manusia. Penanaman satu kultivar dalam areal yang luas, penanaman yang terus menerus karena ditunjang irigasi, penanaman kultivar yang berproduksi tinggi tetapi rentan terhadap penyakit, pemasukan tanaman baru dari daerah atau negara lain adalah contoh-contoh penyebab meningkatnya penyakit tumbuhan.

Penanaman satu kultivar dalam areal yang luas, merupakan salah satu penyebab meningkatnya penyakit tumbuhan. Penanaman satu macam kultivar dalam areal yang luas menyebabkan tersedianya makanan dengan tingkat kerentanan yang sama dalam jumlah berlimpah bagi patogen, hal demikian tersebut tidak mungkin ditemukan pada hutan alami yang belum disentuh teknologi. Adanya satu macam kultivar tanaman menyebabkan patogen tidak punya pilihan lain selain harus memafaatkannya sebagai makan. Bahkan apabila kultivar tersebut merupakan tanaman tahan terhadap penyakit tertentu, maka patogen kemungkinan besar akan menyesuaikan diri dengan jalan adaptasi atau mekanisme lainnya agar dapat bertahan hidup. Sekali patogen dapat dapat menyesuaikan diri, maka keturunannya akan dapat berkembang dengan pesat pada kultivar tersebut.

Penanaman yang terus-menerus karena meningkatnya irigasi, juga merupakan penyebab meningkatnya penyakit tumbuhan. Adanya penanaman terus menerus, maka sepanjang musim akan selalu tersedia makanan bagi patogen, sehingga patogen akan berkembang dengan pesat. Hal yang sama juga terjadi bila dalam suatu hamparan tertentu dilakukan penanaman satu jenis tanaman dengan tidak serentak.

Penanaman kultivar yang berproduksi tinggi tetapi rentan

terhadap penyakit banyak ditemui dan telah berjalan sejak manusia mulai mengenal bercocok tanam. Orang akan cenderung menanam varietas yang enak untuk dikonsumsi walaupun banyak hama dan penyakitnya, dibandingkan memilih tanaman yang tidak begitu enak tetapi tidak berpenyakit. Tetapi teknologi pengendalian menggunakan fungisida tetap lebih mudah diaplikasikan dalam jangka pendek. Dengan pola yang demikian itu tanpa disadari telah menyebabkan banyaknya plasma nutfah yang hilang, sehingga akan menyebabkan sulitnya mencari sumber gen ketahanan untuk tujuan pemuliaan. Akibat dalam jangka panjang adalah sulitnya pengendalian penyakit bila telah timbul resistensi patogen terhadap pestisida.

Pemasukan tanaman baru dari daerah atau negara lain dengan tidak sengaja akan menyebabkan meningkatnya penyakit tumbuhan karena dua alasan. Alasan pertama yaitu ada kemungkinan penyakit akan terikut sedangkan musuh alaminya tertinggal. Hal ini akan menyebabkan penyakit berkembang pesat tanpa dihambat oleh musuh alami seperti ditempat asalnya. Alasan yang kedua yaitu bahwa ada kemungkinan di tempat baru-nya, tanaman ternyata rentan terhadap patogen yang telah ada lebih dahulu sehingga akan memicu peningkatan populasi patogen tersebut. Peningkatan populasi patogen pada giliran berikutnya akan menyebabkan gampang patahnya ketahanan tanaman varietas lain yang saebelumnya tahan.

Patogen akan menyebabkan timbulnya penyakit dengan cara sebagai berikut. Patogen menyebabkan penyakit pada tumbuhan dengan cara :

- Mengonsumsi kandungan sel inang atau mengabsorpsi makanan dari

tanaman inang secara terus menerus sehingga melemahkan tanaman inang.

- Membunuh sel atau merusak aktivitas metabolisme sel inang karena sekresi patogen berupa enzim, toksin dan zat tumbuh; dan
- Mengganggu transportasi makanan, nutrisi mineral dan air pada jaringan pembuluh inang

Beberapa penyakit penting yang disebabkan oleh virus adalah penyakit keriting pada cabai merah, paprika, cabai rawit. Penyakit mozaik pada tembakau (TMV: Tobacco Mozaic Virus) dan CMV (cucumber Mozaic Virus). Virus adalah organisme parasit obligat (organisme yang selalu menggantungkan hidupnya pada tanaman yang diserang).

Tanaman budidaya sering diserang oleh fungi. Fungi adalah organisme prokariotik (organisme yang tidak mempunyai inti sel sejati). Fungi dapat menyerang semua organ tanaman mulai dari akar, daun, batang, bunga dan buah. Beberapa fungi yang dapat menyebabkan penyakit dan sangat merugikan tanaman adalah fungi penyebab penyakit layu, fungi penyebab penyakit busuk buah, fungi penyebab busuk daun dan fungi penyebab kanker tanaman.

Contoh fungi yang menyerang akar diantaranya adalah *Fusarium* sp. dan *Phytophthora* sp. Fungi yang menyerang daun adalah *Cercospora* sp dan *Helminthosporium* sp. Fungi yang menyerang bunga dan buah adalah *Colletotrichum* sp. Berikut ini beberapa contoh gejala serangan patogen pada tanaman.

a). Penyakit yang disebabkan oleh fungi  
(1). Hawar Daun (Late Blight) pada Kentang

Di Eropa, hawar daun pada kentang telah menyebabkan ratusan ribu rakyat Irlandia mati kelaparan da sekitar

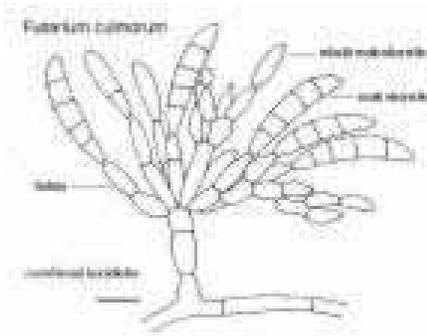
satu juta lainnya mengungsi ke Amerika pada tahun 1845-1846. Penyakit ini berjangkit pada tanaman kentang di Jawa pada tahun 1935. Sampai saat ini pun penyakit ini merupakan penyebab kerugian yang terpenting pada tanaman kentang di dunia, termasuk di Indonesia. Penyebab penyakit ini adalah jamur *Phytophthora infestans*. Patogen ini menyerang daun, batang, akar dan umbi menyebabkan gejala hawar.

(2). Karat daun kopi

Penyakit ini merupakan penyakit paling penting pada tanaman kopi Arabika di dunia. Di Sri Langka hanya dalam waktu 14 tahun saja (1870-1884) penyakit ini memusnahkan perkebunan-perkebunan kopi sehingga sejak saat itu Sri Langka beralih dari negara penghasil kopi menjadi penghasil teh sampai sekarang. Peralihan ini menyebabkan beralihnya pula kebiasaan orang Eropa dari peminum kopi menjadi peminum teh karena Sri Langka saat itu merupakan pemasok kopi terbesar ke Eropa. Sampai saat ini, karat merupakan ancaman terbesar bagi produksi kopi Amerika Selatan. Di Indonesia, penyakit ini pada tahun 1876 telah menyebabkan musnahnya kopi yang dibudidayakan saat itu, yaitu kopi Arabika, sehingga kopi ini sekarang hanya tinggal di daratan tinggi saja.



Gambar 5.35.  
Penyakit layu pada tembakau



Gambar 5. 36.  
sketsa *Fusarium* sp. (patogen penyakit layu)



Gambar 5. 37.  
Foto mikroskopis *Fusarium* sp.

Di daerah yang ketinggian kurang dari 1000 m ditanam kopi Robusta yang tahan terhadap penyakit karat daun. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Hemileia vastatrix* yang menyerang daun-daun kopi. Antara tahun 1896 sampai 1900 produksi kopi Indonesia merosot menjadi 25% dari semula.

Perhatian pemerintah terhadap penyakit karat pada kopi meningkat sejak tahun 1980-an dengan berusaha untuk meningkatkan produksi kopi Arabika. Karena sampai tahun tersebut, kopi arabika hanya 5% dan ditanam di pegunungan, antar lain Dataran Tinggi Ijen, Jawa Timur, sedangkan selebihnya hampir seluruhnya adalah kopi Robusta.

### (3). Bercak Daun *Helminthosporium* pada Tanaman Padi

Di India pada tahun 1942, penyakit ini menyebabkan migrasi besar-besaran dari

desa ke kota dalam upaya mencari kerja untuk membeli beras yang harganya sangat tinggi dan telah menyebabkan sekitar dua juta orang meninggal dunia. Sampai beberapa tahun yang lalu bercak coklat masih tergolong penyakit penting pada tanaman padi di Indonesia. Penyebab penyakit ini adalah jamur *Helminthosporium oryzae* yang menyerang daun, batang dan bulir padi.

### (4). Hawar Daun Jagung

Penyakit hawar daun jagung (Southern Corn Leaf Blight) yang disebabkan oleh jamur *Bipolaris maydis* (*Helminthosporium maydis*) sampai saat ini terdapat di berbagai tempat di seluruh dunia terutama di daerah-daerah hangat dan lembab, termasuk Indonesia. Ras 0 merupakan ras yang umum dari patogen ini, sedangkan ras T diketahui pernah menyebabkan kerugian sekitar satu milyar USD di Amerika Serikat pada tahun 1970. Ras T biasanya hanya diketahui ada pada tanaman jagung hibrida dengan sitoplasma jantan mandul jagung Texas. Ras T ini dapat menyerang semua bagian tanaman jagung.

### (5). Penyakit rebah kecambah

Penyakit rebah kecambah disebabkan oleh sekumpulan fungi atau satu jenis fungi yang menyerang bibit tanaman secara mandiri atau pun bersama-sama. Patogen penyakit rebah kecambah diantaranya adalah *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, and *Phomopsis*. Gejala penyakit yang muncul pada bibit tanaman atau tanaman muda relatif sama. Penyakit ini sering muncul sejak benih tumbuh di lapangan, karena ada kemungkinan patogen terbawa melalui benih atau bertahan pada bahan organik yang digunakan sebagai pupuk. Patogen dapat menyerang sejak benih mulai berkecambah, pada saat masih berkecambah, atau pada waktu umur bibit masih sangat muda, tergantung jenis

patogen yang menyerang. Pada tingkat serangan yang menengah, penyakit ini akan menurunkan produksi. Penggunaan unsur hara untuk mengembalikan vigor tanaman ataupun untuk membantu ketahanan tanaman terhadap penyakit tidak akan berfungsi dengan baik dan penyakit ini pun tidak dapat dikendalikan dengan pestisida.



Gambar 5.38.  
Gejala penyakit rebah kecambah pada tanaman kedelai muda



Gambar 5.38  
Gejala penyakit rebah kecambah yang disebabkan Phytophthora pada kecambah



Gambar 5. 40  
Gejala serangan pada bagian akar.

(6). Penyakit busuk lunak seludang daun  
Penyakit busuk lunak pada seludang daun disebabkan oleh patogen *Rhizoctonia solani*. Penyakit ini merupakan penyakit penting pada tanaman padi. Gejala penyakit pada umumnya timbul pada bagian tanaman yang dekat dengan air, organ tanaman yang terserang biasanya daun padi bagian bawah. Pada kondisi yang lembab (95%) dan hangat, penyakit ini akan menyebar dengan cepat.



Gambar 5. 41.  
Gejala penyakit bercak basah (blight) pada tanaman padi.

(7). Penyakit bercak coklat cercospora  
Penyakit bercak coklat disebabkan oleh *Cercospora janseana*. Dari tahun ke tahun penyakit berkembang terus sehingga menjadi penyakit penting pada tanaman padi. Patogen pada umumnya menyerang tanaman pada saat tanaman menjelang dewasa dan mengakibatkan

kematangan biji padi lebih cepat dibandingkan dengan kondisi normal. Bercak pada daun berukuran 0.2 sampai 1.5 cm. Pada tingkat serangan yang tinggi, dapat mengakibatkan daun padi mati. Varietas padi yang genjah dapat terhindar dari serangan patogen.



Gambar 5. 42.  
Gejala penyakit bercak *Cercospora* pada daun padi.

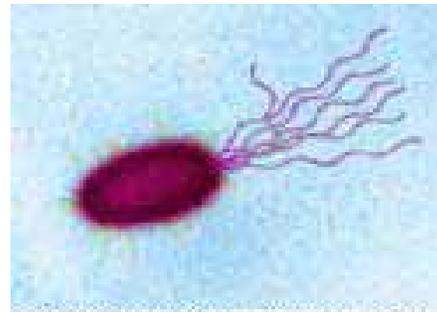
(8). Penyakit bercak *Pyricularia*  
Penyakit ini sering menyerang tanaman padi. Patogen penyebab penyakit ini adalah *Pyricularia grisea*. Pada varietas tertentu penyakit ini dapat menggagalkan panen. Patogen menyerang daun, panikel dan daun bendera. Bagian tengah bercak biasanya berwarna abu-abu sedangkan sekeliling bercak berwarna coklat atau coklat kemerahan. Ukuran bercak sangat bervariasi.



Gambar 5. 43.  
Gejala penyakit bercak *pyricularia*.

b). Penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri

Kurang lebih terdapat 200 species dari bakteri penyebab penyakit tanaman yang telah dideskripsikan. Kebanyakan tanaman yang diserang merupakan tanaman yang tidak penting (minor). Bakteri parasit tersebut berbentuk batang, sebagian besar bisa bergerak (motile) dengan bulu getar (flagella) yang ada di ujung-ujung sel (polar) maupun yang ada di sisi dan di ujung sel (Peritrichous), dan bersifat tidak membentuk spora. Sel bakteri berukuran 1,5 sampai 3 mikron (panjang) dan tampak kecil meskipun di bawah mikroskop dengan perbesaran 1.000 X dalam minyak imersi. Mereka tumbuh dengan segera dalam medium PDA (Potato Dextrose Agar) dengan membentuk koloni bulat berwarna putih, kuning kecoklatan, atau kuning.



Gambar 5. 44.  
Foto mikroskopis satu sel bakteri yang mempunyai flagella.

Bakteri penyebab penyakit pada tanaman terdiri dari 6 genera :  
Agrobakterium: Batang pendek, motile, flagella peritrichous, menyebabkan hypertrophies (pertumbuhan abnormal karena penambahan besar sel-sel yang sangat cepat) dan benjolan-benjolan (gall) pada akar atau batang tanaman.  
Corynebakterium: Batang ramping, non motile (kecuali *C. Flaccumfaciens* dan *C. Poinsettiae*); menyebabkan berbagai gejala, kebanyakan gejala layu.  
Erwinia: Bentuk batang, motile (peritrichous), menyebabkan kematian jaringan yang

bersifat kering, benjolan-benjolan, layu, dan busuk basah. *Pseudomonas*: Bentuk batang, motile dan flagella ujung (polar). Bila dibiakkan akan membentuk koloni dengan pigmen berwarna kehijau-hijauan yang dapat larut dalam air. Menyebabkan bercak-bercak daun berukuran kecil (spots) maupun besar (blights). *Xanthomona*: Batang kecil, motile, flagella satu di ujung. Koloni berlendir berwarna kuning. Menyebabkan kematian jaringan (necrosis) berupa bercak-bercak kecil (spots) dan besar (blights) pada daun. *Streptomyces*: Myceliumnya sangat halus (2/3 mikron), dan benang-benang filaments berbentuk spiral membentuk segmen-segmen pada spora berbentuk tabung (cylinder) yang berukuran seperti bakteri (1 sampai 2 mikron).

Dalam banyak hal maka identifikasi dapat dilakukan berdasar gejala-gejala yang terdapat pada tanaman. Limapuluhlima jenis bakteri yang penting dan sering terdapat telah digolongkan menjadi 8 kelas berdasar gejala-gejala utama yang ditimbulkannya pada tanaman inang. Penggolongan tersebut disajikan di bawah ini.

(1). Gejala utama benjolan (galls)

Galls atau Fasciations adalah pertumbuhan abnormal yang disebabkan oleh peningkatan jumlah sel secara cepat, disusul penyatuan/fusi sel-sel tersebut, bentuknya menjadi pipih dan terjadi pada organ tanaman seperti batang, dahan, dan sebagainya.

Hanya terdapat beberapa jenis bakteri yang menstimulir tanaman inang untuk membentuk benjolan (galls), biasanya pada pangkal batang, leher akar, atau pada akar. Contoh yang klasik seperti yang telah dikemukakan adalah Crown Gall pada golongan tanaman budah-buahan "pome" dan "stone" Fruits, serta pada kira-kira 200 tanaman berkayu lainnya. Bakteri dapat dibiakkan dari

jaringan luar benjolan yang masih muda dan tumbuh aktif, lalu ditularkan pada tanaman tomat atau *Kalanchoe* untuk menguji pathogenicitynya. Biasanya benjolan akan timbul setelah 1 atau 2 minggu dari jaringan yang ditulari itu. Bakteri penyebab benjolan yang lain adalah yang menyerang tanaman "Olive", "Oleander", "Ash", pohon buah-buahan "nuts", dan pohon-pohon hutan.

*Agrobacterium tumefaciens* : Crown Gall, Benjolan pada akar, batang, atau dahan-dahan. *Agrobacterium rhizogenes* : Akar "Berambut" (Hairy Roots) : Pertumbuhan berlebihan secara abnormal dari akar-akar, baik yang menghasilkan benjolan (gall tissue) maupun tidak. *Agrobacterium rubi* : Benjolan batang/dahan (Cane Gall) : Benjolan-benjolan pada batang/dahan yang sedang berbuah dari tanaman "Blackberry" dan "Raspberry". *Pseudomonas savastanoi* : Benjolan Pohon "Olive" (Olive Knot) : Benjolan-benjolan pada akar dari pohon "Olive" dan "Ash", juga pada ranting-ranting pohon "Olive". *Corynebakterium fasciens* : Penyebab Fasciation. Benjolan-benjolan pada dahan tanaman kapri, *Crysanthemum*, dan tanaman-tanaman bunga lainnya.

*Xanthomas beticola* : kantong Bakteri (Bakteril Pocket) : Menyebabkan benjolan-benjolan dengan kantong-kantong bakteri pada leher akar dan akar-akar tanaman gula bit. Benjolan bakteri sering terdapat pada leher akar tanaman berkayu yang disebabkan oleh beberapa jenis bakteri. Contoh klasik dari gejala penyakit ini adalah apa yang disebut Crown Gall dari tanaman buah-buahan golongan "pome" dan "stone" fruits. Di samping itu Crown Gall juga menyerang kira-kira 20 jenis tanaman berkayu lainnya, termasuk beberapa golongan tanaman hias. Anda dapat membuat biakan bakteri dengan mengambil

jaringan bagian luar dari benjolan yang masih muda dan sedang tumbuh. Biakan murni bakteri tersebut lalu diuji sifat patogenesisnya dengan menularkannya kepada tanaman tomat (batangnya) atau bagian yang sukulen (tanaman yang mengandung banyak air). Kedua macam tanaman ini akan cepat menumbuhkan benjolan bila diserang oleh bakterium ini. Contoh-contoh benjolan bakteri yang lain adalah penyakit benjolan bakteri pada tanaman "Olive", Oleander, "Ash", dan pohon-pohon hutan.

## (2). Layu Bakteri

Tanaman menjadi layu oleh karena serangan Bakteri pada jaringan pembuluh. Jenis-jenis bakteri ini mempunyai pengkhususan (specialisasi) dalam kelompok-kelompok tanaman inang yang diserangnya, misalnya jenis bakterium yang menyerang golongan tanaman semangka dan sebangsanya, tomat, kentang, buncis, jagung, dan lain-lain. Ada pula jenis-jenis bakteri yang mula-mula menyerang jaringan pembuluh tanaman, tetapi kemudian menyebabkan busuk-jaringan pada jaringan disekelilingnya.

Bakteri ada juga yang menyebabkan penyakit dengan gejala perlendiran-Bakteri atau Kebasahan pada kayu (Bakteril Slime-Flux or Wetwood) pada pohon Elm dan pohon-pohon lain. Penyebab penyakit adalah *Erwinia nimirpressuralis* yang menimbulkan terbentuknya cairan di jaringan kayu (heart-wood) dengan tekanan, sehingga cairan tersebut meleleh keluar ke bagian bawah dari batang. Cairan yang menjadi seperti lendir (flux) ini kemudian diuraikan oleh Bakteri lain dan Ragi sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap/merangsang.

### *Corynebacterium sepedonicum* :

Busuk-melingkar pada kentang (Bakteril ring-rot of potato). Sangat merugikan di lapangan dan di tempat penyimpanan. Gejala-gejala baru muncul pada saat kentang menjelang masak, yaitu terlihat cabang/batang tanaman menjadi layu atau tumbuhnya seolah-olah terhambat/kerdil (stunted). Pangkal batang menunjukkan gejala busuk basah. Suatu ciri khas dari penyakit ini adalah : bila batang dipotong, lalu dipijit, maka keluarlah cairan (exudates) yang berwarna kuning-kecoklatan (cream). Infeksi pada umbi mula-mula tidak tampak, tetapi kemudian di dalam gudang penyimpanan gejala-gejala khas penyakit ini mulai kelihatan. Seakan-akan bagaikan sebuah cincin yang melingkar di dalam jaringan umbi yang berwarna kuning kecoklatan, lalu berubah menjadi coklat muda. Selanjutnya lingkaran tersebut makin jelas berubah menjadi busuk (seperti "keju") tanpa bau. Kemudian setelah adanya serangan mikro-organisme sekunder barulah timbul bau yang kurang sedap, yang terutama disebabkan oleh *E. Carotovora*

### *Corynebakterium flaccumfaciens* :

Layu bakteri dari Kacang buncis. Menyebabkan tanaman menjadi layu pada segala tahapan umur. Biasanya bakteri sudah ada pada (atau di dalam) biji. Seringkali tanaman juga menjadi kerdil.

### *Corynebakterium michiganense* :

Layu bakteri pada Tomat. Bibit tanaman tomat menjadi kerdil. Daun-daun bawah tepinya menjadi layu dan mengering. Bintik-bintik kecil bagaikan "mata-burung" terdapat pada buah.

### *Pseudomonas caryophylli* :

Layu bakteri pada Bunga Anyelir. Menyerang tanaman-tanaman Anyelir dalam Rumah-Kaca. Tanaman menjadi

layu dan mengering, serta akarnya membusuk. Mula-mula daun-daun menjadi hijau-keabu-abuan, lalu menjadi kuning dan mati. Terdapat garis-garis kuning pada jaringan pembuluh dari batang.

*Ralstonia solanacearum*:

Penyebab penyakit layu pada banyak jenis sayur-mayur dan tanaman hias. Gejala utama : Kerdil atau layu serentak, jaringan-jaringan pembuluh berwarna coklat dan tampak garis-garis coklat pada irisan batang membujur. Kadang-kadang terjadi busuk-lunak berwarna coklat pada batang dari tanaman tomat dan kentang, juga umbi kentang menjadi busuk berwarna coklat melingkar.

*Corynebakterium insidiosum* :

Layu bakteri pada Alfalfa. Menyebabkan kerdil dan penguningan warna bagian atas tanaman ; jika kulit akar tunggang dikelupas, maka akan tampak garis-garis coklat tingkat awal pada jaringan kayu, yang selanjutnya meningkat menjadi bercak-bercak meluas berwarna kuning-coklat pada seluruh jaringan kayu.

*Erwinia tracheiphilla* :

Layu bakteri pada golongan Cucurbitaceae. Penyakit pada jaringan pembuluh (melalui luka) yang disebarkan oleh bangsa kumbang dari golongan Cucurbit ini. Menyebabkan layu serentak dan kematian pada batnag/cabang penjalar (Tidak terjadi pada semangka).

*Xanthomonas campestris* :

Busuk-hitam dari golongan Cruciferae. Bakteri memasuki jaringan tanaman melalui pori-pori air atau luka, kemudian menyebar melalui jaringan pembuluh. Irisan melintang akan menunjukkan lingkaran hitam pada pembuluh. Irisan melintang dari petiole (tangkai daun) menunjukkan jaringan Xylem yang seperti tersumbat serta berwarna hitam.

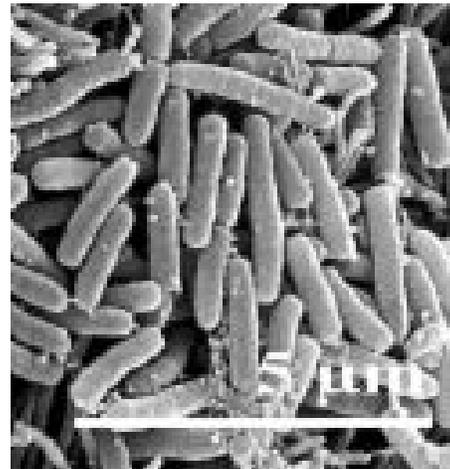
Menyebabkan tanaman mati atau daun-daunnya gugur

*Xanthomonas incanae* :

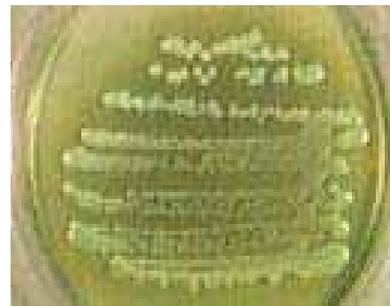
Bercak-bercak bakteri pada tanaman "Stock" (Tanaman hias Matthiola). Pada tanaman muda/bibit menyebabkan layu serentak, boleh jadi terus mati. Pada tanaman dewasa terjadi bercak-bercak hitam pada batang, seluruh jaringan pembuluh berubah warnanya.

*Xanthomonas stewartii* :

Layu bakteri pada tanaman Jagung. Tanaman menjadi kerdil, buku-buku menjadi coklat, pada daun-daun terjadi baris-baris (streaks) berwarna hijau-pucat yang panjang. Terdapat lendir berwarna kuning pada jaringan pembuluh.



Gambar 5.45.  
Foto mikroskopis bakteri penyebab penyakit layu



Gambar 5. 46.  
Pseudomonas sp. Pada media agar, hasil isolasi dari tanaman yang sakit



Gambar 5.47.

Gejala serangan bakteri layu pada batang tomat (irisan membujur)

(3). Gejala utama : mengeluarkan lendir (slime flux)

Seperti yang telah diuraikan di muka, bakteri juga ada yang menyebabkan penyakit yang mengeluarkan lendir terus menerus seperti yang terdapat pada pohon Elm dan pohon-pohon lain. Penyebabnya adalah *Erwinia nimipressuralis* yang merupakan suatu jenis bakterium penghasil gas. Jaringan kayu (heart-wood) yang terserang membentuk zat cair yang karena ada tekanan (gas) lalu keluar ke permukaan batang dan mengalir ke bagian bawah. Kemudian cairan itu menjadi mangsa bakteri pembusuk yang lain dan jenis-jenis cendawan ragi, sehingga terjadi penguraian yang menimbulkan bau tidak sedap dan merangsang. Patut dicatat, bahwa organisme sekunder tersebut bukan penyebab penyakit.

*Erwinia nimipressuralis* :

Perlendiran Bakteri atau Kebasahan pada Kayu (Slime Flux or Wetwood). Menyerang pohon Elm, mulberry, maple, oak, poplar, dan willow. Jaringan kayu dan pohon-pohon itu menjadi berwarna gelap dengan sifat seperti bekas terendam air, dari luka-luka maupun celah-celah yang ada keluarlah cairan/lendir secara terputus-putus maupun terus-menerus. Bakteri

menimbulkan tekanan (gas) pada cairan yang beredar dalam tanaman. Bau- busuk timbul pada lendir setelah diuraikan oleh micro-organisme sekunder.

(4). Gejala utama : busuk lunak/basah  
Gejala penyakit ini kiranya cukup dideskripsikan sebagai berikut : Type penyakit yang disebabkan oleh serangan bakteri pada zat perekat antara sel-sel jaringan tanaman, sehingga zat perekat tersebut mencair dan akibatnya jaringan lalu rusak menjadi semacam lendir. Berdasar type klasik bakterium *Erwinia carotovora* (penyebab busuk basah yang umum), maka kita dapat pula mengetahui cara untuk melakukan tindakan-tindakan kontrol yang cocok guna mengatasi penyakit-penyakit busuk basah lainnya. Busuk basah terjadi terutama pada sayuran yang banyak mengandung air. Rhizome dari tanaman Iris, Cactus yang besar ukurannya, dan tanaman-tanaman lainnya. Penyebabnya belum tentu *E. carotovora*, tetapi gejala menyeluruhnya (Syndrome) adalah asma.

*Erwinia carotovora* :

Busuk basah dari sayuran. Terjadi di lapangan, di tempat penyimpanan, transit pada sayuran maupun tanaman hias, misalnya tanaman hias-daun. Infeksi melalui luka, cepat menular dan menjadi busuk dengan abu tak sedap. Enzyme-enzyme yang dihasilkan oleh bakteri menghancurkan zat perekat antara sel-sel jaringan tanaman, sehingga menimbulkan busuk jaringan yang basah dan berlendir.

Pengujian cepat :

Pada medium Na-polypectate yang baru dituang ke dalam cawan Petri diberikan (inoculasi) organisme tersebut dengan menyapukannya. *E. Carotovora* akan merubah medium emnjadi cair dalam waktu 24 sampai 48 jam.

*Erwinia aroideae* :

Busuk lunak dari Calia. Juga menyebabkan busuk basah pada banyak macam sayuran, tanaman hias, juga umbi-umbi tanaman hias, golongan Cucurbit, dan Cacti. Busuk lunak yang khas.

*Erwinia dissolvens* :

Busuk bakteri pada Batang Jagung. Sangat merugikan bila menyerang buku-buku batang bagian bawah sehingga menyebabkan busuk lunak/basah, batang tanaman menjadi patah/rebah dan mati.

*Erwinia atroseptica* :

Busuk-hitam pada Kentang (Potato Blackleg). Daun-daun tanaman di bagian bawah berwarna kuning, dan pertumbuhannya menjadi tegak. Batang di bawah permukaan tanah menjadi hitam dan membusuk, umbi-umbinya ikut terinfeksi melalui jaringan penghubung dengan batang.

*Erwinia phytophthora* (atroseptica):

Busuk-hitam dari Delphinium (Blackleg of Delphinium). Menyebabkan busuk-lunak-hitam pada pangkal batang dengan cairan bakteri yang meleleh keluar dari celah-celahnya. Menurut Elliot : bakteri penyebabnya termasuk *E.atroseptica*.

*Erwinia carnegiana* :

Necrosis-bakteri dari Cactus Besar (Bact.Necrosis of Giant Cactus). Mula-mula mendapat bercak-bercak kecil, berbentuk bulat atau oval, lalu menjadi hitam pada permukaan jaringan cactus yang seperti semangka itu. Bagian-bagian dengan kematian jaringan yang luas menghasilkan cairan coklat-hitam. Pada tahapan ini tanaman inang tak bisa diselamatkan lagi, karena penyakit sudah terlampau lanjut.

Adalah tidak terlampau penting untuk mengidentifikasi sampai kepada species dari bakteri penyebab busuk lunak/basah

agar anda dapat memberikan anjuran tindakan kontrol. Kecuali dalam hal busuk-melingkar pada kentang di mana tindakan kontrol yang drastis diperlukan).

(5). Gejala utama : busuk – keras (firm rot)

Seperti halnya pada penyakit bercak-bercak daun yang kecil (spots) dan besar (blights), maka penyakit busuk-keras ini menyebabkan kerusakan jaringan yang terbatas. Kerusakan atau kematian jaringan itu terjadi pada daun-daun, batang/dahan, buah, umbi, lapis, umbi batang, dan lain-lain. Bercak-bercak bersifat seperti bekas terendam air pada tingkat awal, dan pada tingkat lanjut mengering serta mengeras.

*Erwinia cypripedii*.

Busuk-coklat pada anggrek. Bercak-bercak kecil berwarna coklat-mengkilap, seperti terendam air, kemudian menjadi coklat-tua dan cekung. Pangkal tanaman mengkerut dan daun-daun gugur.

*Pseudomonas cattleyae* : bercak-bercak coklat pada anggrek. Bercak-bercak berbentuk bulat, berwarna hijau-gelap, seperti bekas terendam air, kemudian menjadi coklat sampai hitam.

*Pseudomonas syringae* :

Busuk hitam pada celah-celah tanaman citrus (Black Pits of Citrus-Citrus Blast). Bercak-bercak berwarna hitam dan cekung pada buah Citrus, terutama Lemon; tanpa pembusukan.

*Pseudomonasi marginalis* :

Kurap pada gladiol (Gladiolus Scab). Mula-mula terdapat bercak-bercak kecil pada daun bagian bawah (dekat batang). Bercak-bercak berwarna kemerah-merahan dan berbentuk agak meruncing atau menonjol. Kemudian bercak-bercak melebar, bergabung menjadi hitam, dan menghasilkan busuk lunak maupun keras.

Pada umbi-lapis bercak-bercak pada tingkat awal bersifat seperti bekas terendam air dan berwarna kuning-pucat. Selanjutnya bila umbi tersebut menjadi tua dan penyakitnya berkembang : bercak-bercak menjadi berwarna coklat tua, cekung dengan pinggirannya agak terangkat.

*Xanthomonas hyacinthi* :

Penyakit kuning pada hyacinth (Hyacinth Yellow). Umbi-umbi Hyacinth yang terkena infeksi berat tidak akan menghasilkan bunga dan daun-daunnya mempunyai gejala baris-baris (streaks) kuning sampai coklat. Irisan melintang pada umbi akan menimbulkan lendir kuning.

*Xanthomonas citri* :

Canker Pada Citrus (Citrus canker). Menimbulkan bercak-bercak berwarna kecoklatan dan bergabus pada daun dan buah. Penyakit yang serius ini telah dimusnahkan dari daerah Florida dan sepanjang Teluk Mexico. Di negeri Amerika Serikat ini tidak akan dijumpai lagi.

*Xanthomonas vesicatoria* :

Bercak-bercak bakteri pada Tomat dan Cabai. (Bakteril Spots of Tomato&Papper-Bakteril Pustuler). Menimbulkan bercak-bercak sangat kecil, bersudut-sudut, dan berbentuk meruncing ke atas pada daun. Seringkali bercak-bercak ini mempunyai lingkaran kuning di sekelilingnya (yellow halo) dan menyebabkan daun rontok. Bercak-bercak serupa bisa juga timbul pada buah.

(6). Gejala utama : hawar (blights) dan kanker

Gejala-gejala dari penyakit "FIRE BLIGHT" pada tanaman Apel yang terkenal itu merupakan TYPE gejala umum golongan penyakit ini. Fire blight

disebabkan oleh serangan bakterium *Erwinia amylovora*.

Terjadinya bercak-bercak berukuran besar pada bunga-bunga, tunas buah, dan ranting-ranting baru adalah pada musim bunga dan periode sesudahnya di mana terjadi pertumbuhan yang pesat di musim semi. Jaringan yang terinfeksi menjadi mati dan warnanya berubah menjadi coklat-muda sampai tua tergantung jenis tanaman inang. Pada pertengahan musim panas infeksi terhenti, dan tampak garis pembatas yang sangat jelas/tajam antara jaringan yang mati dan yang hidup.

Fire blight merupakan penyakit yang sangat dikenal menyerang tanaman Pear dan Apel, tetapi bisa juga menyerang jenis-jenis tanaman dari golongan famili Rosaceae termasuk "stone" fruits dan tanaman hias seperti loquat, cotoneaster, pyracantha, dan Photinia. Serangan Fire Blight sangat merusak bila telah mencapai daerah Cambium dari batang atau dahan pohon. Masuknya sang bakteri melalui ranting-ranting, tunas buah, atau tunas-tunas air yang kena infeksi. Cambium menjadi berwarna coklat muda, sel-selnya mati, lalu disusul dengan mati dan mengkerutnya jaringan kulit yang seterusnya menyebabkan terjadinya celah-celah. Jika kerusakan Cambium terjadi secara melingkar, maka gejala mengkerut dan matinya kulit tampak jelas sekali pada bagian-bagian dahan yang terserang. Bagian tanaman yang terletak di atas "lingkaran kematian" itu lalu mati pula. Bakteri dapat bertahan hidup di jaringan Cambium yang diserangnya itu selama musim dingin (over-winter), lalu di musim semi berikutnya menghasilkan cairan/lendir yang selanjutnya menulari bagian-bagian pohon yagn lain seperti bunga, ranting, dan sebagainya. Penularan terjadi melalui vektor serangga atau uap air. Bercak-

bercak yang terjadi pada daun-daun, ranting, atau buah dari tanaman tidak berkayu seringkali mengeluarkan tetesan-tetesan lendir (exudate). Jika terkena butiran air maka lendir lalu menyebar dan membentuk lapisan bakteri yang sangat tipis.

*Erwinia amylovora* :

Penyakit fire blight. Menyerang bermacam-macam tanaman golongan "pome" dan "stone"fruits dan berbagai tanaman hias. Penyakit canker yang bisa melewati musim dingin pada medium dahan-dahan yang besar itu di musim semi berikutnya mengeluarkan lendir yang kemudian ditularkan oleh serangga dan percikan-percikan air (uap air) ke bagian tanaman lain : bunga-bunga dan ranting-ranting baru. Akibatnya bunga-bunga dan ranting-ranting menjadi mati (necrosis) dan berbercak-bercak dengan ukuran besar. Cambium menjadi hitam dan mati, disusul jaringan kulit menjadi mati pula.

*Pseudomonas syringae* :

Canker bakteri pada "tone"Fruits. Hampir serupa dengan Fire Blight dengan 2 perbedaan : (1) Infeksi terjadi selama musim dingin dan awal musim semi, lalu menjadi terhenti pada musim panas ;(2) Biasanya disertai dengan terjadinya gum yang mengalir keluar pada darah-darah yang kena canker.

*Xanthomonas juglandis* :

Bercak-bercak bear bakteri pada pohon Walnut. Bercak-bercak hitam dengan sel-selnya yang mati pada taji ranting (catkin), buah-buah yang muda dan masak, ranting-ranting, dan cabang-cabang yang aktif. Tanaman lain yang diserang : Black Walnut dan butternut.

*Pseudomonas mori* :

Bercak-bercak bakteri pada tanaman Mulberry. Bercak-bercak seperti bekas

terendam air terdapat banyak sekali pada daun-daun, lalu bercak-bercak membesar dan menyebabkan daun menjadi salah bentuk. Bercak-bercak menjadi coklat hitam dengan tepi kuning. Dahan yang muda menjadi bergaris-garis hitam dengan mengeluarkan lendir. Akibatnya pohon menjadi kerdil.

*Xanthomonas pruni* :

Bercak-bercak bakteri dan canker pada "Stone"fruits. Bercak-bercak kecil berwarna kemerah-merahan lalu menjadi coklat, terdapat banyak sekali pada daun-daun, menyebabkan daun-daun berlubang karena bercak-bercak itu menjadi lepas (shotholes). Daun-daun lalu rontok. Bercak-bercak pada ranting berwarna gelap dan cekung ke dalam. Pada buah terjadi bercak-bercak yang bersifat kering, cekung, mengandung gum, dan mengeluarkan cairan (exudate) berwarna kuning.

(7). Bercak banteri pada tanaman yang tidak berkayu

*Pseudomonas syringae* pv. *Glycinea*

Bercak-bercak bakteri dari Kedelai. Bercak-bercak kecil, bersudut-sudut, dan translucent pada daun kedelai. Mula-mula berwarna coklat-kemerahan, lalu menjadi hitam pada tingkat lanjut. Seringkali terdapat lapisan bakteri tipis (exudate) pada permukaan bawah dari daun yang berwarna keputih-putihan. Ada juga bercak-bercak pada batang dan petiole yang berwarna hitam. Polong yang kena infeksi berbercak-bercak seperti bekas terendam air, lalu menjadi hitam dan mengeluarkan cairan (exudate). Kalau sudah begini maka biji-bijinya seringkali kena infeksi juga. Penyakit ini merupakan penyakit yang umumnya terdapat pada keledai.

*Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola*

Bercak-bercak dengan "halo" pada kacang buncis/polong (Halo blight of Bean). Bercak-bercak seperti penyakit bercak-bercak lainnya, hanya saja terdapat lingkaran (halo) lebar hijau atau hijau-kuning di sekitar bercak-bercak yang seperti bekas terendam air itu. Kemudian bercak-bercak menjadi coklat dan kering. Bercak-bercak pada polong berwarna kemerahan sampai coklat dengan lapisan tipis berwarna perak yang berasal dari lendir bacteria. Semua jenis kacang buncis peka (rentan) terhadap penyakit ini, tetapi banyak jenis kacang polong (dry beans) resisten.

*Xanthomonasi campestris pv. Phaseoli*

Bercak-bercak bakteri biasa pada kacang buncis/polong. Mula-mula bercak-bercak kecil pada daun, bersudut-sudut, bersifat seperti bekas terendam air, dan berwarna hijau-muda. Kemudian menjadi besar dan mengering, berwarna kuning-coklat dengan tepinya berwarna kuning. Bercak-bercak pada batang/cabang menyebabkan mudah patah bila tertiup angin. Bercak-bercak pada polong merupakan noda seperti bekas terendam air, hijau-tua, lalu mengering, cekung, kemerah-merahan, dan mengandung kerak dari lendir bakteri yang kering. Kalau sudah begini maka biji-bijnyapun kena infeksi : berbercak-bercak dengan warna kuning-coklat sampai kelabu.

*Xanthomonas malvacearum :*

Bercak-bercak daun bersudut-sudut pada kapas (Angular leaf spots of Cotton-Black arm). Mula-mula bercak-bercak daun seperti bekas terendam air, jika dilihat dengan latar belakang yang mempunyai pancaran cahaya akan tampak hijau-muda; kemudian menjadi hijau-tua dan berwarna gelap. Bercak-bercak tersebar sepanjang tulang daun utama, dan dibatasi oleh tulang-tulang daun kecil hingga tepinya seperti bersudut-sudut. Bercak-bercak pada batang/cabang

membesar dan menghitam. Bercak-bercak pada buah mula-mula hijau dan seperti bekas terendam air, kemudian menjadi berwarna gelap

*Pseudomonas pisi*

Bercak-bercak bakteri dari Kapri (bakteril Blight of Pea). Mula-mula bercak-bercak daun berwarna hijau-tua dan seperti bekas terendam air, lalu membesar dan mengering serta menjadi coklat kemerahan. Bercak-bercak serupa pada batang/cabang. Juga pada bunga-bunga dan polong-polong muda. Jika tulang daun kena infeksi pada usia muda biasanya tanaman lalu mati.

*Xanthomonas carotae*

Bercak-bercak bakteri pada Wortel. (Bakteril Blight of Carrots). Bercak-bercak yang tak teratur bentuknya pada daun dan petiole. Bunga-bunga yang dibiarkan untuk memproduksi biji bisa menjadi rusak/mati oleh serangan penyakit ini.

(8). Gejala utama : bercak-bercak daun  
Penyakit bercak-bercak daun yang disebabkan oleh bakteri juga mempunyai gejala-gejala karakteristik yang umum. Mula-mula translucent (agak tembus cahaya), kemudian bercak-bercak itu berubah menjadi berwarna gelap dan tidak tembus cahaya (opaque). Bila cuaca lembab, maka bercak-bercak itu akan mengeluarkan tetesan lendir bakteri yang bila mengering menjadi setitik kecil karak lendir. Bila kena tetesan air maka lendir menyebar menjadi suatu lapisan bakteri yang tipis. Acapkali bercak-bercak daun mempunyai tepi yang bersudut-sudut sebab dibatasi oleh tulang-tulang daun. Pada cabang atau buah bercak-bercaknya bisa berukuran kecil (spots) sampai besar (blights), mula-mula translucent, lalu menjadi gelap warnanya, bentuknya bulat atau lonjong (oval), dan tidak bersudut-sudut.

Suatu variasi yang menarik dari golongan penyakit ini ialah adanya bintik-bintik bakteri (bakteril pustules) yang timbul di sisi bawah permukaan daun. Bintik-bintik ini berukuran sangat kecil (1 sampai 2 mm), tampak seolah-olah meruncing keluar dari permukaan bawah daun dan bergabus. Terdapat menyerang pada tomat, cabai, kedelai, dan lain-lain. Daun-daun yang kena infeksi berat menguning dan gugur. Selain daun, bintik-bintik juga terdapat pada buah.

*Pseudomonas andropogonis* :

Penyakit bakteri-bergaris pada Sorghum dan Jagung (Bakteril Stripe of Sorghum and Corn). Garis-garis dan noda-noda merah pada daun-daun dan pelepah. Terdapat kerak merah bakteri, mudah tersebar/ tercuci oleh butir air hujan.

*Xanthomonas holcicola* :

Penyakit bakteri bergaris-garis tak teratur pada Sorghum dan Jagung (Bakteril Streak of Sorghum and Corn). Hampir serupa dengan di atas.

*Pseudomonas apii* :

Bercak-bercak bakteri pada Selderi (Bakteril Blights of Celery). Bercak-bercak kecil tak teratur pada daun, berwarna seperti karat, dapat menyebabkan daun rontok. Tapi bercak-bercak biasanya berwarna lebih gelap/tua.

*Pseudomonas delphinii* :

Bercak-bercak hitam pada Delphinium (Delphinium Black Spot). Bercak-bercak hitam-tak teratur pada seluruh bagian tanaman Delphinium. Bercak-bercak seringkali bergabung hingga menjadi lebih besar.

*Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*

Bercak-bercak daun yang bersudut-sudut dari Cucurbit (Angular leaf-spots of Cucurbits). Bercak-bercak daun bersudut-sudut, tak teratur, bersifat

seperti bekas terendam air, dan mengeluarkan cairan (exudate) yang seterusnya menjadi lapisan tipis bakteri keputih-putihan. Bercak-bercak pada tingkat lanjut berwarna kelabu, mudah patah, dan kadang-kadang menimbulkan lubang karena bercak-bercak itu terlepas. Pada buah bercak-bercak berwarna keputih-putihan, bulat dan kecil-kecil.

*Pseudomonas tabaci* :

Penyakit " Terbakar" pada Tembakau (Tobacco Wildfire). Bercak-bercak daun berwarna kuning-coklat sampai coklat pada pusatnya, serta mempunyai lingkaran "halo" berwarna kuning. Selain tembakau, penyakit ini menyerang anggota-anggota Solanaceae lainnya, kedelai dan kacang polong (cowpeas).

*Pseudomonas washingtoniae* :

Bercak-bercak daun dari Palem (Bakteril leaf-spot of Palm). Gejala berupa bercak-bercak kecil berjumlah sangat banyak pada daun, dan dengan pancaran sinar tampak berwarna hijau-muda. Pada tingkat lanjut bercak-bercak menjadi tak tembus cahaya.

*Xanthomonas begoniae* :

Bercak-bercak daun dan batang/dahan dari Begonia (bakteril leaf and stem blight of Begonia). Bercak-bercak seperti melepuh, berwarna coklat dengan tepi berwarna kuning-translucent, dan terdapat pada daun. Menyebabkan daun gugur secara prematur. Bila menyerang batang/dahan, Begonia akan mati.

*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* :

Pustul bakteri pada tanaman kedelai (bakteril pustules of Soybean). Terutama menyerang daun. Bercak-bercak kecil berwarna hijau-kekuningan dengan pusatnya yang coklat-kemerahan. Pada permukaan bawah daun timbul bintik-bintik (pustule).

(9). Gejala utama : kurap atau luka terbuka (scab or pits) ordo Actinomycetales - family Streptomycetaceae

*Streptomyces* (Actinomyces) :

Suatu genus yang mempunyai mycelium, tetapi dalam Manual Bergey digolongkan Bakteri dalam Ordo terpisah. Myceliumnya sangat halus (2/3 mikron) dan mempunyai benang-benang spiral yang membentuk segmen-segmen ke dalam sporanya yang berbentuk cylinder. Spora ini mempunyai ukuran seperti bakteri, yaitu 1 sampai 2 mikron panjangnya. Bila dibuat seksi (irisan), maka sukar untuk melihat myceliumnya, sehingga sukar pula untuk mengisolasinya.

*S. scabies* :

Penyakit Kurap Yang Umum (Common Scab) pada kentang, gula-bit, dan tanaman ubi-ubian yang lain. Menyebabkan timbulnya bercak-bercak bergabus pada ubi, stolon, maupun akar. Bercak-bercak itu bisa dangkal atau dalam, pada ubi menimbulkan luka terbuka. Dengan melihat gejalanya saja sudah cukup untuk memberikan diagnosis. Tetapi janganlah anda terkecual dengan penyakit kurap yang lain, yaitu kurap-berbubuk (powdery scab) yang disebabkan oleh *Spongospora*.

*S. Ipomoea* :

Menyebabkan Busuk dalam Tanah (Soil Rot or Pox) pada ubi-jalar. Daun-daun tanaman ubi-jalar yang terkena infeksi berukuran kecil, pucat, dan cabangnya kerdil. Akar-akar rabut berkurang jumlahnya dan mengalami salah bentuk. Akibatnya ubi-jalar menjadi berkurap, kadang-kadang dengan celah terbuka (luka yang dalam) sampai sepanjang 2,5 cm pada ubinya. Diagnosis cukup dengan melihat gejalanya.

Dalam menyatakan gejala-gejala penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri, sudah tentu diperlukan istilah-istilah yang tepat dan singkat serta dimengerti oleh semua pihak. Hal ini untuk menghindarkan pertelaan gejala yang panjang-lebar serta untuk mencegah salah pengertian. Dibawah ini akan dikemukakan beberapa istilah yang sering dipakai untuk gejala penyakit bakteri yang banyak dijumpai.

(10). Gejala penyakit bakteri berupa busuk-Keras (Firm Rot).

Penyakit ini menyebabkan kematian sebagian jaringan (necrosis) dari daun, dahan, buah, umbi lapis, umbi batang, dan lain-lain sehingga menimbulkan gejala bercak-bercak (lesions), lalu seluruh bagian mengering dan mengeras. Buah-buahan menjadi busuk dan keras. Seperti gejala serangan bakteri pada umumnya, maka bercak-bercak pada tingkat awal menunjukkan sifat seperti bekas terendam air (watersoaked), lalu mengering dan mati.

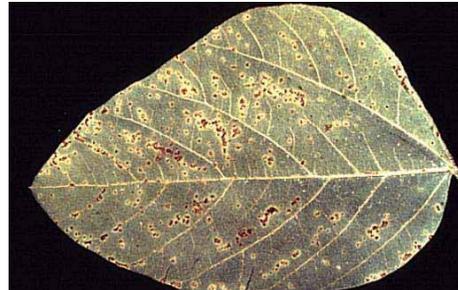
Ada pula serangan penyakit bakteri yang mengakibatkan mati-jaringan dengan bercak-bercak berukuran besar-besar (Bakterial Blighting) pada bunga, tunas buah, dan ranting-ranting muda yang biasanya terjadi pada musim bunga dan periode pertumbuhan yang cepat di musim semi. Jaringan yang terinfeksi mati dan warnanya menjadi coklat muda sampai tua tergantung pada tanaman inang. Serangan penyakit ini biasanya terhenti di pertengahan musim panas, dan tampak garis pembatas yang sangat jelas antara jaringan yang mati dengan yang hidup. Yang paling banyak dikenal adalah "Fire Blight" pada tanaman Apel, yang bisa pula menyerang tanaman dari golongan Mawar termasuk golongan "Stone" Fruits dan tanaman hias seperti "loquat", "Cotoneaster", "Pyracantha", dan "Photinia".

Serangan "Fire Blight" dapat menjadi lebih parah bila mencapai tingkatan serangan bakterium pada daerah Cambium dari dahan dan batang. Bakterium masuk lewat ranting-ranting, tunas buah, dan tunas/cabang air, menuju daerah Cambium dan menyebabkan kematian jaringan dengan warna coklat muda. Bagian yang Cambiumnya mati, kulitnya mengkerut, kering dan mati pula, serta sering-sering menimbulkan celah-celah. Bila kematian jaringan Cambium terjadi secara melingkar (girdling), maka akan tampak jelas lingkaran kulit pohon yang mengkerut dan mati. Selanjutnya bagian atas pohon menyusul mati. Bakteri dapat bertahan hidup selama musim dingin di jaringan Cambium yang telah diserangnya (over-wintering). Pada musim semi berikutnya bangkit kembali, mengeluarkan cairan (exudates), dan cairan ini lalu menulari bagian-bagian bunga, dan lain-lain, melalui serangga dan uap air.

Bercak-bercak daun yang disebabkan bakteri (Bakteril Leaf spots) merupakan gejala yang khas mula-mula translucent (dapat melewatkan sebagian cahaya), lalu menjadi berwarna lebih gelap serta tidak tembus cahaya (opaque). Jika kelembaban udara tinggi, si-bakterium akan mengeluarkan setetes-dua-tetes lendir. Jika tak terganggu, maka lendir tadi akan menjadi kering sehingga yang tertinggal adalah setitik kecil lendir kering. Jika terkena air, maka lendir akan menyebar-melebar rata, sehingga setelah kering akan tampak sebagai lapisan yang sangat tipis berwarna keputih-putihan. Bercak-bercak daun seringkali bersudut-sudut, sebab perusakan jaringan dibatasi oleh tulang-tulang daun. Serangan bakteri pada cabang atau buah bisa mengakibatkan bercak-bercak kecil dan besar, mula-mula translucent, lalu berwarna gelap, biasanya berbentuk bulat

atau lonjong, dan tidak pernah bersudut-sudut.

Pustul bakteri (Bakteril Pustules) berupa bintik-bintik kecil (1 sampai 2 mm) yang menonjol pada bagian bawah daun dan pada buah-buahan seperti buah tomat, cabai, kedelai, dan lain-lain. Bintik-bintik ini seperti bergabus dan bentuknya meruncing. Kalau infeksi bertambah berat, maka daun menguning dan gugur sebelum waktunya.



Gambar 5.48.  
Gejala pustul bakteri pada daun kedelai.

#### (c). Penyakit-penyakit nematoda

Penyakit atau gangguan pada tanaman yang disebabkan oleh parasit nematoda telah lama diketahui, terutama yang mengakibatkan terbentuknya benjolan-benjolan pada akar (root-knot nematodes). Jenis-jenis nematoda lainnya juga menimbulkan kerugian dengan menjadi parasit pada tanaman, walaupun tanpa menimbulkan benjolan-benjolan (galls) dan tanpa gejala yang jelas bagian tanaman di atas tanah. Gejala umum yang dapat ditimbulkan adalah pertumbuhan yang terhambat dan hasil yang menurun. Besar dan luasnya kerugian yang diakibatkan oleh kira-kira 24 jenis (genra) parasit nematoda (tidak termasuk penyebab benjolan akar) baru disadari sejak tahun 1950. Di bawah ini dicantumkan gejala-gejala utama dari serangan parasit nematoda bukan-pembentuk benjolan (non-gall formers). Bercak-bercak akar (root lesions), mula-mula sangat kecil, kemudian bisa menjalar ke seluruh akar

Busuk akar, disebabkan oleh organisme sekunder setelah terjadinya pelukaan oleh nematoda. Percabangan akar berlebihan, terjadi pembentukan akar lateral yang sangat banyak setelah nematoda melukai dan menyerang akar. Ujung akar terluka (Injured Root-tips), menyebabkan akar menjadi kerdil dan bengkak (seperti "stubby roots"). Kerusakan pada daun, batang dan bunga; nematoda yang menyerang bagian tanaman di atas tanah menimbulkan salah bentuk pada daun-daun dan batang/cabang. Beberapa jenis nematoda yang menyerang golongan tanaman butir-butiran (gandum misalnya) dan rumput-rumputan menyebabkan terbentuknya benjolan (galls) dalam jaringan biji.

Akibat-akibat lain yang umum terdapat : tanaman merana, kerdil, layu secara abnormal, menguning, dan/atau menghasilkan panen yang rendah kualitasnya (misalnya sayuran). Acapkali akibat-akibat ini sulit untuk dievaluasi dan dibedakan dari akibat-akibat yang ditimbulkan oleh faktor-faktor lain yang mungkin bisa juga menyebabkan pertumbuhan yang jelek.



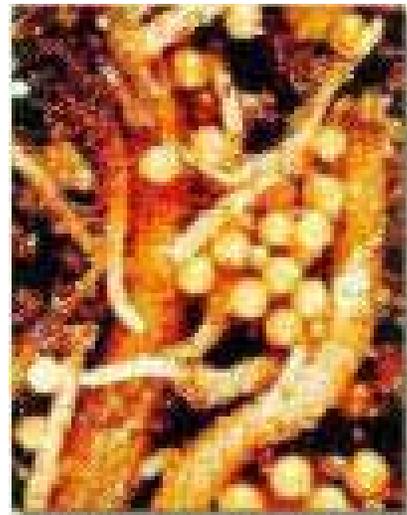
Gambar 5.49.  
Gejala serangan nematoda

Bila terdapat infestasi, maka adalah sangat penting untuk melakukan diagnosis secara akurat. Hal ini disebabkan oleh besarnya kemungkinan penyebaran parasit nematoda melalui

akar-akar tanaman, rhizome, umbi (yang akan ditanam); maupun tanahya sendiri.



Gambar 5.50.  
Nematoda di dalam sel tanaman



Gambar 5.51.  
.Gejala puru akar yang disebabkan oleh nematoda

Pemilik tanaman agar diberitahu dengan segera agar bisa melakukan tindakan-tindakan guna menghindarkan bahaya penyebaran infestasi.

#### Diagnosis penyakit nematoda

Type dari benjolan akar (Types of rootknot galls) : Tergantung pada tanaman inang maka terdapat beberapa type benjolan akar yang akan dikemukakan di bawah ini (penggolongan secara " artificial" hanya untuk membantu mempermudah mengenali gejala).

Type 1 : Berukuran besar (relatif), berbentuk bulat – Tanaman sukulen yang tumbuhnya cepat seperti tomat, bangsa labu-ketimun, pare, kacang buncis, dan dahlia seringkali membentuk benjolan yang kurang-lebih bulat (spherical) dan bisa mencapai diameter 1,2 cm atau lebih. Jika benjolan-benjolan sebesar ini banyak terdapat pada akar tunggang (utama), maka akar tunggang itu akan tampak membengkak besar sekali dan salah bentuknya; serta benjolan-benjolan kecil lainnya terdapat pada akar lateral. Benjolan-benjolan akar bersifat sukulen dan akan cepat membusuk. Dalam jaringan benjolan terdapat nematoda-betina yang berukuran kecil dan tampak seperti mutiara. Anda bisa melihatnya (dengan merobek jaringan benjolan) dengan mata langsung, atau dengan lensa-tangan akan terlihat lebih jelas. Type benjolan ini adalah yang paling umum terdapat.

Type 2 : Benjolan yang keras, berwarna gelap, berkayu, dan pada beberapa tanaman inang berukuran besar – Tanaman-tanaman yang sangat peka misalnya pohon “fig”, “peach”, dan beberapa tanaman hias (misalnya “pepper tree”) membentuk benjolan-benjolan yang besar dan bentuknya bermacam-macam. Benjolan-benjolan akar ini dapat terkacau dengan gejala penyakit Crown Gall (bakteri), bedanya ialah : benjolan-benjolan ini terdapat sepanjang akar dan tidak berbentuk bulat, serta disertai dengan benjolan-benjolan kecil lain yang berjumlah banyak.

Type 3 : Benjolan-benjolan sangat kecil, berbentuk seperti kelas penggulung benang (Very small spindle-shaped galls) – Terdapat pada beberapa jenis tanaman seperti arbel dan “ash” (dan beberapa jenis tanaman lain yang agak peka

sifatnya), benjolan-benjolan ini sering diabaikan karena tidak mudah terlihat “Nematoda-nematoda betina kadang-kadang berada di luar akar tanpa pembentukan benjolan”).

Type 4 : Benjolan pada ujung akar-Beberapa tanaman tertentu misalnya Palem, membentuk benjolan hanya sebagai pembengkakan dari ujung akar-akar rambut yang masih lunak. Benjolan-benjolan ini cepat membusuk dan biasanya tidak akan ikut diambil bila dilakukan pengambilan contoh (samples) untuk pemeriksaan. Ujung akar yang membusuk itu selanjutnya akan memperlihatkan benang-benang halus yang putih warnanya (ikatan pembuluh primer).

Type 5 : Bercak-bercak kecil, menonjol, dan kulitnya tebal (warty) : Tanaman kentang membentuk benjolan-benjolan kecil dan berkulit tebal pada umbinya. Benjolan-benjolan ini mempunyai celah-celah di mana terdapat nematodanya. Juga rhizome (akar-tinggal) dari tanaman Iris mempunyai celah-celah serupa, tetapi tanpa benjolan-benjolan berkulit tebal (warty) itu.

Kriteria khusus yang digunakan untuk melakukan diagnosis pemeriksaan (distinguishing features) : Harus dicari : Benjolan-benjolan kecil berbentuk kelos yang berjumlah banyak sampai pada benjolan yang lebih besar dengan bentuk bulat pada akar-akar dari segala macam ukuran. Meskipun tanaman terserang dengan tidak terlampau berat, namun benjolan-benjolan bisa berjumlah banyak.

Jika anda membuat seksi (irisan) pada benjolan dengan pisau silet yang tajam, maka biasanya terdapat celah-celah kecil berwarna coklat dimana berada sang nematoda (telur, larva, atau dewasa) yang bisa terlihat dengan bantuan lensa-

tangan. Adalah lebih baik bila diperiksa dengan mikroskop (stereo)binocular atau dengan mikroskop compound berperbesaran rendah. Crown Gall tidak mempunyai celah-celah seperti ini. Adanya Nematoda puru-akar (root-knot nematodes) dapat ditetapkan dengan memeriksa irisan akar rambut yang mengandung telur Nematoda di bawah mikroskop compound. Telur-telur itu sangat kecil ukurannya serta berbentuk seperti cylinder dan transparant. Hal ini lebih mudah dilakukan daripada memeriksa larvae atau Nematoda dewasa yang bisa menimbulkan kekeliruan dengan Nema dari species lain.

Tanda-tanda serangan nematoda di lapangan :

Walaupun ada beberapa macam gejala pada bagian tanaman yang terdapat di atas tanah yang agak jelas, namun untuk memastikan adanya serangan Nematoda kita harus memeriksa akar tanaman. Gejala layu di sore hari dalam keadaan kadar air tanah yang cukup adalah gejala pertama. Tanaman muda di pembibitan banyak mengalami kematian karena infeksi *Rhizoctonia* dan lain-lain, setelah Nematoda melukai jaringan akar. Selain itu, tanaman-tanaman muda yang kena serangan Nematoda seringkali lalu menjadi kerdil dan tidak produktif. Gejala lainnya : Tanaman semusim yang sukulen dan peka (sayuran dan bunga-bunga) seringkali bila diserang Nematoda menunjukkan gejala daun-daun "terbakar" dan bisa mati di tengah-tengah musim. Kalau tanaman berkayu tampak merana, harap diperiksa akar-akarnya.

(d). Penyakit tanaman yang disebabkan oleh virus

Penyakit-penyakit tanaman yang disebabkan oleh serangan virus telah dipelajari secara ekstensif selama 20 tahun terakhir ini, oleh karena Virus telah menimbulkan kerugian ekonomis yang

besar terhadap hasil-hasil pertanian. Beberapa jenis virus mampu menyerang banyak macam tanaman inang, sedangkan ada pula yang mempunyai hanya satu tanaman inang spesifik. Gejala penyakit virus juga bervariasi : ada virus yang latent tanpa gejala, ada pula yang menimbulkan gejala-gejala pada tanaman inang : dari yang tidak begitu berat sampai yang sangat berat, bahkan menimbulkan kematian. Pada umumnya penyakit-penyakit virus disebarkan/ditularkan oleh serangga golongan Aphid dan Belalang-daun (Leaf-hoppers), atau oleh pembuatn okulasi atau penyambungan (enten), atau oleh adanya kontak/sentuhan dari tanaman yang sakit kepada yang sehat. Beberapa jenis penyakit virus bisa pula ditularkan oleh serangga golongan Thrips, Tungau, dan sejenis Lalat putih (Whiteflies).



Gambar 5.52.  
Struktur virus

Gejala penyakit virus tampak paling menyolok dan nyata pada bagian pertumbuhan baru dari tanaman, sedangkan bagian-bagian yang tua, misalnya daun-daun bawah tampak sehat-sehat saja. Sebagian besar penyakit virus bersifat systemic, oleh karenanya virus-virus terdapat pada seluruh bagian tanaman dan ini dapat dinyatakan dari cairan-tanaman (sap) yang berasal dari bagian manapun.

Nama-nama virus yang akan dicantumkan di bawah ini adalah nama-nama umum, oleh karena nama dengan system binomial jauh lebih ruwet dan belum seragam serta belum diterima oleh semua ahli virus.

#### Diagnosis penyakit-penyakit virus

Partikel-partikel virus berukuran sangat kecil dan hanya bisa dilihat dengan mikroskop elektron. Oleh karena itu pengamatan jasad virus tidak merupakan suatu cara diagnosis yang praktis untuk pekerjaan identifikasi yang rutin. Untuk membuktikan adanya virus di dalam tanaman haruslah dideteksi dengan gejala-gejala pada tanaman yang ditimbulkan. Kadang-kadang untuk melakukan hal ini haruslah dibantu dengan suatu pengujian penularan yang sederhana (Transmission test).

Seperti yang telah dikemukakan, gejala-gejala penyakit virus sangat bervariasi dan biasanya terdapat tiga sampai enam macam gejala yang berasosiasi dengan tiap-tiap penyakit. Serangan penyakit yang telah mencapai tingkat lanjut dapat dengan mudah dinyatakan sebagai serangan Virus. Meskipun demikian, jika ditinjau dari segi anjuran yang merupakan prosedur bagi pemilik tanaman penanam), maka jawabannya selalu sama : " Tanaman yang telah kena infeksi Virus tidak dapat dipulihkan/disembuhkan lagi oleh sipemilik tanaman, dan malahan lebih baik dimusnahkan guna mencegah penularan lebih lanjut kepada tanaman yang masih sehat". Di tempat-tempat dengan areal pertanaman yang luas cara ini seringkali tidak praktis dan pengobatan yang efektif belum ada. Beberapa varitas tanaman telah dimulyakan sehingga resisten/toleran inilah yang di kelak kemudian hari akan merupakan carautama guna mengontrol penyakit-penyakit virus.

Ahli-ahli Penyakit Tanaman yang telah dilatih dengan Teknik-Virus dapat menyelamatkan virus yang ada di dalam bibit-bibit tanaman dengan perlakuan pemanasan atau kultur jaringan. Selanjutnya bibit-bibit tanaman dijaga agar tetap bebas dari virus dengan cara seleksi.

#### Deskripsi gejala penyakit virus

##### Gejala mosaic :

(1). Tulang-tulang daun menguning-pucat (vein clearing)

Sebelum tampak gejala mosaic atau perubahan warna secara tak teratur dan meluas, maka terlebih dulu terjadi perubahan warna tulang-tulang daun atau di daerah di dekatnya menjadi lebih "terang" :kuning-pucat. Atau terjadi Chlorosis.

(2). Tulang daun menjadi "baris-baris" (Vein banding)

Tulang-tulang daun dan daerah sekitarnya menjadi baris-baris chlorosis, atau Chlorosis/necrosis terjadi pada jaringan parenchyma di antara tulang-tulang daun sehingga tulang-tulang daun menjadi baris-baris hijau. Kedua macam gejala di atas bisa merupakan gejala transisi ke arah mosaic yang lebih luas atau bisa juga tetap seperti itu sebagai gejala utamanya).

(3). Jala-Kuning (Yellow-net) :

Tampak seperti jala berwarna kuning pada daun yang sesungguhnya adalah seluruh tulang daun telah menguning. Ini adalah tahap lanjut dari gejala No. 1.

(4). Bercak-bercak Bulat (Ring spots)

Terdapat bercak-bercak bulat Chlorosis (sel-selnya Chlorosis) dan bercak-bercak bulat necrosis (sel-selnya necrosis/mati secara berselang-seling dengan sel-sel hijau-normal). Pusat dari kedua macam bercak-bercak menjadi necrosis pada tahap lanjut.

(5). Mosaic

Variasi dalam warna daun dengan pola beraneka.

(6). Mottle

Beberapa pola tertentu dari variasi warna

Gejala nekrosis:

(1). Necrosis Pucuk (Top Necrosis)

Terjadi kematian pucuk (terminal) ranting/cabang dan daun-daun. Gejala dari penyakit "Layu berbercak-bercak" (Spotted Wilt) dari tanaman tomat.

(2). Garis-garis tak teratur (Streaks)

Terjadi nekrosis yang berupa bercak-bercak memanjang seperti garis-garis tak teratur (terputus-putus) pada batang.

(3). Necrosis pada Phloem

Kematian jaringan Phloem yang tampak pada irisan melintang batang/cabang. Gejala dari penyakit Phloem Necrosis dari pohon Elm, penyakit Pucuk-Keriting (Curly Top) dari gula-bit, dan lain-lain.

(4). Necrosis Lokal

Bercak-bercak kecil-bulat yang berupa jaringan mati pada daun.

Gejala kerdil dan mati.

(1). Kerdil

Seluruh bagian tanaman menjadi kerdil, termasuk akar-akar. Gejala penyakit Kerdil pada Dahlia, Kerdil pada Alfalfa.

(2). Pengerdilan pada Pertumbuhan Baru (Stunting of Current Growth): Gejala "Rosettes" pada penyakit Mosaic dari tanaman Peach, dan gejala "meranting" (Spridly twigs) pada penyakit Yellows dari pohon Peach.

(3). Kerdil dan Mati dari Tanaman Berkayu (Stunting and Death of Woody Plants): Tristeza dari Citrus.

(4). Daun Gugur Prematur (Premature Leaf Shedding) : Gejala penyakit Mosaic

pada Kobis, Mosaic pada Peach.

Salah bentuk (malformations):

Daun bertekstur kasar (Rough-textured Leaves): Gejala penyakit Mosaic Rugose pada Kentang.

(1). Reduksi pada lamina-daun (Leaf blades reduced)

Gejala penyakit " Daun Paku-pakuan" (Fern leaf) dari tomat, Mosaic pada Fig.

(2). Warna Terputus dari Petal (Color Break in Petals)

Gejala perubahan warna dari mahkota-bunga (petals) pada tanaman Kapri, Petunia, Stock, dan Tulip.

(3). Pertumbuhan Terhambat

Gejala dengan ujung-ujung/pucuk-pucuk meruncing pada tanaman ketimun, umbi berlekuk-lekuk (spindle-tuber) pada kentang.

(4). Endapan Gum dalam jaringan Xylem dari kayu (Gum deposit in Xylem of wood)

Gejala penyakit "Kulit Bersisik" (Scaly Bark) dari Citrus.

(5). Daun menggulung ke atas

Penyakit Pucuk- Keriting (Curly Top) dari tanaman Gula-bit dan Tomat.

(6). Daun-daun menggulung ke bawah  
Penyakit Pucuk Keriting dari Buncis

Gejala pertumbuhan berlebihan (overgrowth).

(1). Enations: Tumbuh tonjolan-tonjolan lunak di atas permukaan daun atau batang. Gejala Pucuk-Keriting (Curly Top).

(2). Kuncup-kuncup tumbuh berlebihan (Proliferation of buds): Gejala penyakit Aster Yellows ; "Sapu setan" (Witches broom) pada kentang. (3). Pertumbuhan berlebihan dari akar-akar sekunder (Proliferation of secondary roots): Gejala

penyakit Pucuk-keriting (Curly Top), dan juga gejala penyakit "Aster Yellows"

- Gejala penguningan (yellows symptoms).
- (1). Chlorosis yang menyeluruh dan permanen pada daun-daun dan lain-lain (Permanent uniform Chlorosis of leaves, etc.): Gejala "Aster Yellows".
  - (2). Mahkota bunga menguning atau menghijau (Greening or Yellowing of Petals): Gejala penyakit "Aster Yellows" pada tanaman Aster dan Delphinium

#### Virus-Virus Penting yang Menyerang Tanaman

Virus mosaic tembakau (Tobacco mosaic virus)- vector aphids. Virus mosaic ketimun (Cucumber mosaic virus) vector aphids. Virus Pucuk-keriting (Curly-top virus)-vector belalang-daun (leafhoppers), satu species Virus Aster yellows (Aster Yellows virus)-vector belalang daun(leafhopper). Virus layu-berbercak-bercak (Spotted wilt virus)-vector thrips. Virus mosaic alfalfa (Alfalfa mosaic virus)-vector aphids



Gambar 5.53.  
Gejala serangan virus pada daun tembakau



Gambar 5.54.  
Kutu daun, salah satu vektor virus tanaman.

- **Virus yang menyerang inang dalam satu famili.**

Virus mosaic Peach (Peach Mosaic virus)-vector tungau eriophid. Virus "Western X- disease"-vector belalang daun (leafhopper). Virus Tristeza dari Citrus-vector aphids. Virus mosaic tebu (Sugarcane mosaic virus)-vector tak diketahui. Virus busuk-melingkar hitam dari Kobis (Cabbage black ring-rot virus)-vector aphids. Virus mosaic buncis (Bean mosaic virus)-vector aphids (11 species)



Gambar 5.55.  
Gejala serangan virus pada polong kacang buncis

- **Virus yang menyerang inang dalam satu genus**

Virus nekrosis Phloem dari Elm (Phloem necrosis virus of Elm)-vector kumbang-

kulit-pohon. Virus gabus bagian-dalam (internal cork virus) dari tanaman ubi jalar-vector aphids. Virus "Peach Yellow"-vector aphids. Virus "Sour Cherry Yellows"-vector tak diketahui.



Gambar 5.56.  
Gejala serangan virus pada tanaman bawang



Gambar 5.57.  
Penyakit bunchy Top yang disebabkan oleh virus pada tanaman pisang.

5). Penyakit-penyakit mycoplasma  
Belum lama berselang (1967) telah didemonstrasikan, bahwa sejumlah penyakit "yellow diseases" yang dulunya dikira disebabkan oleh serangan virus, ternyata tidak demikian. Penyebabnya adalah suatu golongan organisme yang sangat kecil dengan ukuran terletak di antara virus dan bakteri. Organisme-

organisme ini disebut mycoplasma (berarti "bentuk cendawan"), tidak mempunyai dinding sel yang kaku, dan oleh karenanya dapat berubah bentuknya sesuai dengan sifat membran selnya yang lentur tapi mudah rusak/luka iut.dengan mikroskop elektron, mereka akan tampak sebagai benang-benang yang bercabang-cabang dan memanjang yang kemudian akan terputus-putus menjadi sel-sel yang berbentuk bulat. Di Dalam beberapa jenis mycoplasma ditularkan oleh belalang-daun (leafhoppers).

Dari segi diagnosis, mereka akan diperlakukan seperti penyakit-penyakit dimana identifikasi dilakukan berdasar gejala-gejala yang ditimbulkannya pada tanaman. Jenis-jenis mycoplasma yang telah dinyatakan berada dalam tanaman dan mengakibatkan penyakit tidak banyak jumlahnya. Akan tetapi dapat dipastikan, bahwa jenis-jenis yang dikenal akan bertambah dalam waktu singkat. Mycoplasma resisten terhadap Penicillin, tetapi dapat dihambat perkembangannya secara partial (partially inhibited) oleh senyawa-senyawa Tetracycline (Aeromycin et al).

Penyakit-penyakit "yellows" (mycoplasma):

"American Aster Yellows" : Pada tanaman Aster, Chrysanthemum, Petunia, dan lain-lain. Kerdil-jagung (Corn stunt) : Jagung. Kerdil pada Mulberry (Mulberry dwarf): Pada Mulberry. Stolbur, Parastolbur : Pada tanaman Periwinkle, kentang, tomat, dan cabai

Kerdil Clover (Clover dwarf) : Pada Clover. Penyakit-X pada Peach (Peach X-disease). Kerdil-kuning pada padi (Rice Yellow-dwarf). Kemunduran pada Pertanian Pech (Peach decline).

Gejala-gejala : Penyakit "Aster Yellows" menyerang lebih dari 150 genera

tanaman, termasuk banyak jenis gulma. Akan tetapi kerugian ekonomis diderita terutama oleh golongan tanaman hias dari family Compositae seperti Aster, golongan tanaman sayuran dari family Umbelliferae seperti wortel, selderi dan parsley. Gejala-gejalanya mencakup terjadinya penguningan (warna kuning yang bersifat umum) dan efek ini seringkali terjadi secara "unilateral". Di samping itu mungkin terdapat pula gejala-gejala : Pertumbuhan berlebihan dari akar-akar kecil, dorongan tumbuh pada kuncup-kuncup yang dormant, dan "sapu setan". Bagian-bagian berubah bentuk dan warnanya seperti daun, dan bunganya secara keseluruhan akan mengalami salah-bentuk atau steril. Gejala "Pucuk-Ungu" (Purple Top) adalah serangan penyakit "Aster Yellows" pada tanaman kentang di mana terjadi pula gejala timbulnya umbi-umbi pada buku-buku cabang/batang. Penyakit "Aster Yellows" biasanya dapat didiagnosis berdasar gejala-gejala pada tanaman inang, walaupun tidak gampang.

### c. Gulma Tumbuhan

Gulma adalah tumbuhan yang hidup pada tanaman budidaya sehingga akan menjadi pesaing bagi tanaman. Persaingan antara gulma dengan tanaman utamanya adalah bersaing dalam penggunaan unsur hara, air dan udara dan tempat tumbuh. Gulma juga dapat menjadi inang bagi hama dan penyakit bagi tanaman. Jenis gulma yang tumbuh sangat bervariasi, tergantung pada tempat tumbuh, cara pengolahan tanah dan lokasi penanaman. Gulma semusim (berdaun lebar) yang sering dijumpai di semua lokasi misalnya babadotan (*Ageratum conyzoides*), bayam duri (*Amaranthus spinosus*), teki-tekian (*Cyperus sp.*) dan rerumputan

seperti rumput kremah, rumput bermuda, dan alang-alang.

Beberapa gulma yang sering mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya adakah: gulma berdaun lebar, gulma teki dan gulma rumput.



Daun lebar  
(*Portulaca oleracea*)

Gambar 5.58.

Gulma tanaman daun lebar



Gambar 5.59.

Gulma di lahan sawah.



Gambar 5.60.

Struktur gulma *Cyperus iria*

d. Teknik pengendalian opt

Pemberantasan hama serangga dilakukan dengan cara:

- penggunaan varitas tahan atau resisten,
- tehnik budidaya,
- sanitasi,
- penggunaan insek-tisida,
- secara biologi,
- pengendalian hama secara terpadu.

Pengendalian hama dengan varietas tahan merupakan upaya pemberantasan hama yang paling mudah, midalnya penanaman padi tahan weereng, seperti PB26, PB28, dan PB30. Sifat-sifat kimia/ fisik serta morfologi tanman yang tahan tidak disukai oleh hama, sehingga hama akan kekurangan makanan sekali gus akan berpengaruh terhadap penurunan populasi hama.

Pengendalian secara tehnik budidaya adalah mengatur masa tanam, rotasi tanaman dan pergiliran tanaman yang merupakan salah satu cara memberantas hama dengan tehnik budidaya. Pengendlian secara tehnis budidaya bertujuan untuk memutuskn dan memperpendek masa tersedianya makanan bagi hama. Kebanyakan hama sangat tergantung pada jenis makanan tertentu. Dengan terputus dan bergantinya tanaman yang dibudidayakan maka kesempatan hama untuk mendapatkan makanan yang paling disenangi akan terputus. Sehingga perkembangan dan pertumbuhan populasi hama akan turun sampai batas yang tidak membahayakan tanaman budidaya.

Pengendalian secara sanitasi adalah menghilangkan inang alternatif barupatumbuhan yang tidak dibudidayakan yang biasanya digunakan untuk tempat hidup alternatif bagi hama tanaman. Pada umumnya pengendalian hama secara sanitasi dilakukan dengan membersihkan tumbuhan liar yang mungkin menjadi tempat hidup dan bertelur ataupun tempat makan hama yang sangat diperlukan untuk kehidupannya. Kegiatan sanitasi dilakukan dalam upaya untuk mengurangi populasi serangga. Memusnahkan sisa tanaman yang berada di lahan pertanian juga termasuk dalam usaha sanitasi untuk memberantas hama karena sisa tanaman budidaya akan memungkinkan hama dapat bertahan hidup sampai masa tanam berikutnya.

Pengendalian hama dengan menggunakan pestisida selalu dilakukan pada saat populasi hama telah melampaui bata ambang ekonomi (tingkat membahayakan). Penggunaan pestisida dapat dianjurkan pada kondisi seperti tersebut di atas. Pestisida digunakan apabila tehnik pengendalian dengan varietas resisten, tehnik budidaya dan sanitasi tidak menunjukkan hasil dalam menu-runkan populasi hama. Penyemprotan pestisida hendaknya dilakukan secara berulang-ulang dengan konsentrasi yang rendah dan sesuai dengan dosis rekomendasi.

Penyemprotan pestisida sebaiknya ditujukan pada stadium hama yang paling lemah, misalnya stadiaum nimfa atau imago. Penyemprotan pestisida dapat diulamngi apabila penyemprotan yang pertama tidak menunjukkan hasil dalam menu-runkan populasi hama dan ssangat memungkinkan apabila diperlukan konsentrasi pestisida dapat ditingkatkan. Pemilihan pestisida yang efektif amat mutlak diperlukan. Hal ini terkait dengn

bahaya residu pestisida terhadap tanaman manusia, dan lingkungan. Akibat penggunaan pestisida yang kurang tepat menimbulkan ketahanan serangga terhadap pestisida.

Akibat negatif dari pestisida adalah resurgensi hama dan letusan hama kedua yang lebih dahsyat dibanding dengan serangan hama yang pertama. Pada kondisi ini diduga musuh alami banyak terbunuh pada saat melakukan aplikasi penyemprotan pestisida yang pertama.

Cara pengendalian hama secara biologi adalah dengan memanfaatkan musuh alami dari hama yang menyerang tanaman budidaya. Pengendalian hama secara biologi diarahkan supaya hama secara alami dapat berkompetisi dengan organisme se-kitar lingkungannya. Musuh alami hama dapat berupa predator dan parasit, misalnya parasit wereng adalah tabuhan dari famili Tricogamatidae yang merupakan parasit telur dan predatornya adalah kumbang *Coxinella arcuata*. Hama *Flutella* pada kubis diparasit oleh *Angitaria*.

Untuk memperkenalkan predator atau parasit membutuhkan modal yang besar. Apabila parasit yang ditetapkan bekerja secara efisien, maka dapat bertahan lebih lama. Dan cara biologi ini tidak mencemarkan lingkungan seperti ada aplikasi pestisida. Penerapan cara pemberantasan biologi harus mengusahakan pendistribusian parasit seefisien mungkin agar tercipta kesinambungan biologi antara parasit dengan hama. Keseimbangan yang diharapkan adalah kemungkinan bahwa parasit dapat mengurangi populasi serangga sampai tidak membahayakan, tetapi bukan untuk memusnahkan seluruh hama yang menjadi OPT.

Pengendalian hama terpadu (integrated pest control) adalah perpaduan beberapa metode dan teknik pengendalian hama dalam suatu program untuk mengelola populasi hama sehingga kerusakan tanaman yang disebabkan oleh OPT tidak termasuk ke dalam kerusakan ekonomis. Ciri-ciri pengendalian hama terpadu adalah sebagai berikut:

tujuan utama bukanlah memusnahkan hama, mebasmi ataupun memberantas, tetapi hanya mengenalkan populasi hama agar tetap berada di bawah suatu tingkatan atau aras yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomis. Strategi pemberantasan hama terpadu bukanlah eradikasi hama, tetapi berupa pembatasan populasi hama. Pengendalian hama mengakui adanya jenjang toleransi manusia terhadap populasi hama atau terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh hama. Pandangan yang menyatakan dan harus dilakukan pemberantasan tidak sesuai dengan kaidah pengendalian hama terpadu. Dalam kondisi tertentu ada kemungkinan bahwa adanya individu serangga atau bina-tang malahan lebih berguna bagi manusia di masa yang akan datang.

Dalam melaksanakan pengendalian hama digunakan semua metode atau teknik pengendalian yang sudah umum dilakukan. Pengendalian hama terpadu tidak tergantung pada suatu cara pengendalian tertentu seperti penggunaan pestisida, atau penanaman varietas tahan hama, tetapi memadukan semua teknik pengendalian dalam satu kesatuan sistem pengelolaan. Pengendalian hama yang hanya bertumpu hanya pada satu teknik pengendalian sering disebut dengan pengendalian seka unilateral. Sedangkan pengendalian hama terpadu merupakan kegiatan pengendalian secara multilateral.

Dalam mencapai sasaran pengendalian hama terpadu, yaitu mempertahankan populasi hama di bawah kerusakan ekonomi. Sehingga produktivitas pertanian dapat diusahakan pada tingkat yang tinggi, maka perlu diperhatikan beberapa kendalanya, yaitu kendala sosial dan ekonomi, yang berarti bahwa pelaksanaan pengendalian hama terpadu harus dapat didukung oleh kelayakan sosial ekonomi masyarakat setempat. Kendala ekologi yang berarti bahwa dalam penerapan pengendalian hama terpadu harus secara biologis dapat dipertanggung-jawabkan dan tidak menimbulkan kegoncangan atau kerusakan lingkungan yang akan merugikan binatang berguna, marga satwa, manusia, dan lingkungannya.

Pengendalian hama terpadu tidak hanya memperhatikan sasaran jangka pendek tetapi merupakan pencapaian untuk sasaran jangka panjang, serta kelestarian produksi dan pengelolaan lingkungan. Langkah-langkah pokok yang harus dilalui dalam pengendalian hama terpadu:

- Identifikasi dan analisis status hama yang harus dikelola
- Mempelajari saling ketergantungan dalam ekosistem
- Menetapkan dan mengembangkan ambang ekonomi
- Mengembangkan sistem pengamatan dan monitoring hama
- Mengembangkan model deskripsi dan peramalan hama
- Mengembangkan strategi pengelolaan hama
- Melakukan penyuluhan kepada para petani agar menerima dan menerapkan pengendalian hama terpadu
- Mengembangkan organisasi pengendalian hama terpadu

Beberapa taktik dasar pengendalian hama terpadu antar lain pemanfaatan pengendali hayati yang asli dari tempat tersebut, pengelolaan lingkungan dengan cara bercocok tanam menggunakan pestisida secara selektif termasuk pestisida fisiologis, ekologis, dan selektivitas melalui perbaikan teknik aplikasi dan pengetahuan terhadap sifat dan perilaku hama.

1) Pengendalian organisme pengganggu dengan pola bercocok tanam

Pada dasarnya pengendalian organisme pengganggu secara kultur teknis adalah mengelola lingkungan tempat budi daya tanaman agar kondisinya tidak mendukung perkembangan dan pertumbuhan organisme pengganggu.

2) Pengendalian organisme pengganggu secara mekanis

Pengendalian secara mekanis dimaksudkan untuk mengurangi populasi (jumlah) organisme pengganggu dengan bantuan tangan atau alat tertentu. Cara pengendalian ini cukup sederhana dan dapat dilakukan oleh semua orang. Keberhasilan pengendalian secara mekanis dapat dicapai jika dilakukan secara terus menerus. Beberapa cara mengendalikan organisme pengganggu secara mekanis adalah sebagai berikut :

Pengendalian dengan tangan, yaitu dengan pengambilan organisme pengganggu secara langsung dengan menggunakan tangan.

Pemasangan perangkap, pada prinsipnya hanya menyediakan sesuatu (alat dan bahan) yang menyebabkan organisme pengganggu tertarik sehingga menghampiri perangkap. Pemasangan lampu (sumber cahaya) pada malam hari, di tengah kebun sangat efektif untuk hama dari ordo Lepidoptera (kupu-kupu dan ngengat).

3) Pengendalian organisme pengganggu secara fisik

Pengendalian secara fisik merupakan pengendalian yang menggunakan faktor-faktor fisik atau mengubah lingkungan fisik agar organisme pengganggu menjadi mati atau berkurang jumlahnya. Kematian organisme pengganggu dapat disebabkan oleh pemanasan, pembakaran, pembasahan, pengeringan, penghalang dan lain-lain.

4) Pengendalian organisme secara hayati  
Pengendalian hayati adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk menumunkan/mematikan populasi organisme pengganggu tanaman. Pengendalian hayati dengan musuh alami yaitu menggunakan organisme an dapat menyerang hama atau patogen (bibit penyakit) atau gulma. Akan tetapi organisme musuh alami tersebut tidak merugikan tanaman yang diusahakan.

5) Pengendalian organisme pengganggu dengan varitas/klon tanaman tahan hama/penyakit

Pengendalian organisme peng-ganggu dengan varitas atau klon tanaman yang tahan terhadap organisme tersebut bertujuan untuk meminimumkan (menurunkan) serangan organisme pengganggu karena adanya daya tahan yang tinggi dari varitas atau klon tanaman yang diusahakan. Pengendalian dengan cara ini merupakan cara yang paling mudah, murah dan ramah lingkungan. Dengan cara ini petani tidak perlu belajar secara khusus, dan petani dapat secara langsung menggunakannya seperti halnya membudidayakan tanaman pada umumnya, hanya benih/bibit yang ditanam diambil dari kelompok varitas/klon yang tahan terhadap suatu organisme pengganggu. Contohnya adalah tanaman tomat Ratna dan cabe

keriting yang tahan terhadap penyakit layu.

6) Pengendalian organisme secara kimiawi

Pengendalian organisme peng-ganggu secara kimiawi adalah penggunaan zat-zat kimia untuk mematikan organisme pengganggu, sehingga populasinya menurun. Pestisida dapat dikelompokkan menjadi insetisida, fungisida, bakterisida, nematisida, rodentisida, akarisida dan herbisida. Insektisida adalah bahan kimia yang dapat membunuh serangga (insekta). Fungisida adalah bahan kimia yang dapat membunuh jamur (fungi). Bakterisida adalah bahan kimia yang dapat membunuh bakteri. Nematisida adalah bahan kimia yang dapat membunuh nematoda. Rodentisida adalah bahan kimia yang dapat membunuh tikus. Acarisida adalah bahan kimia yang dapat membunuh tungau (ordo Acarina). Dan herbisida adalah tanaman yang dapat membunuh rerumput-an gulma. Ada tiga cara penamaan pestisida, yaitu nama umum, nama dagang dan nama kimiawi. Contoh penamaan pestisida dalam kegiatan sehari-hari adalah nama dagang, yaitu sebagai berikut :

Nama umum	: Karbofuran
Nama Umum	: Furadan, Curater dan lain-lain
Nama Kimia	: 2,3-dihidro 2,2-dimetil-7-benzonil-dimetilkarbonat

Dari cara masuknya pes-tisida ke dalam organisme pengganggu tanaman, dapat digolongkan menjadi racun perut, racun kontak, racun sistemik dan fumigan. Racun perut adalah bahan kimia yang mematikan hama setelah memasuki tubuh hama melalui saluran pencernaan makanan. Racun kontak adalah bahan kimia yang mematikan hama setelah memasuki tubuh hama apabila bahan kimia tersebut bersentuhan atau

menempel pada tubuh hama. Racun sistemik adalah bahan kimia yang mematikan hama yang masuk ke dalam tubuh hama melalui bagian tumbuhan yang terlebih dahulu telah mengandung bahan kimia tersebut, kemudian termakan organisme pengganggu atau nama. Fumigan adalah bahan kimia yang mudah

menjadi gas dan membunuh organisme pengganggu melalui proses pernafasan. Pada umumnya pestisida dibuat dalam bentuk formulasi tertentu, sehingga efektif dan efisien penggunaannya. Beberapa bentuk formula pestisida disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 5.11. Jenis Formulasi Pestisida

NO	NAMA FORMULASI	KODE	KETERANGAN
1	Emulsifiable Concentrates	(EC)	Bila dicampur air, cairan akan menjadi emulsi (putih seperti susu)
2	Wetable Powders	(WP)	Tepung basah, bila dicampur air menjadi suspensi
3	Flowable Powder	(F)	Tepung halus dan basah (seperti puding). Bila dicampur air menjadi suspensi tepung dan dapat larut dalam air
4	Soluble Powder	(SP)	Tepung, dapat larut dalam air
5	Solution	(S)	Larutan mempunyai daya racun tinggi terhadap organisme pengganggu tanaman
6	Dust	(D)	Debu, digunakan tanpa campuran bahan pelarut lagi
7	Granular	(G)	Butiran, diberikan kepada tanaman tanpa bahan tambahan (langsung ditanamkan pada tanah)
8	Aerosol	(A)	Bahan aktif, merupakan partikel kecil yang dapat menguap ke udara
9	Poisonous Baits	(B)	Umpan beracun, digunakan bersama bahan tambahan yang disenangi hama (sebagai makanan)
10	Slow- release Formulations	(SR)	Bahan aktif, keluar secara per lahan-lahan, pemakaian selama musim tanam beberapa kali.

Tabel 5.12. Daftar hama dan penyakit tanaman serta jenis pestisida

No.	NAMA HAMA/ PENYAKIT	PESTISIDA	DOSIS PENGENDALIAN		
1	A. HAMA	Takothion 500 EC	1-2 cc/liter air, disemprotkan merata ke tanaman setelah tanaman berumur 15-30 hari, dengan selang waktu 7-10 hari.		
	Thrips			Furadan G	2-4 gram per tanaman untuk membasmi nimfa (anak serangga), ditanamkan dalam media tanam
				Temik 10 G	2 gram per tanaman untuk membasmi nimfa (anak serangga), ditanamkan dalam media tanam
				Curater 3 G	2 gram per tanaman, untuk membasmi nimfa (anak serangga), ditanamkan dalam media tanam
2	Tungau	Takothion 500 EC	Lihat dosis untuk pengendalian Thrips		

		Trithion 4 E	25-40 ml/liter air
		Omite 57 EC	1-2 cc/liter air
3	Kutu Daun	Tahothion 500 EC	Lihat dosis untuk pengendalian Thrips
		Anthio 33 EC	1 – 2 cc per liter air
		Dibrom 8 EC	2 cc/liter air
		Folithion 50 EC	0,25-1 cc/liter air
		Karphos 25 EC	1-2 cc/liter air
		Nudrin 24 WSC	2-3 cc/liter air
4	Ulat	Diazinon 40 EC	0,75-1,5 cc/liter air
		Baythroid 50 WSC	0,5-1 cc/liter air
		Cymbush 6 EC	1-2 cc/liter air
5	Kumbang	Bayrusil 250 EC	0,2% per liter air
6	Lalat Buah	Hostathion 75 EC	0,15% per liter air
		Bayrusil 250 EC	0,2% per liter air
		Laybaycid 25 EC	0,15% per liter air
7	Kepik	Folithion 50 EC	0,25 – 1 cc / liter air.
8	Belalang	Curacron	0,5 - 1 cc / liter air
1	B. PENYAKIT	Benlate / Antracol 70 WP / Velimex	0.5 – 1 gram / liter air
	Bercak Daun		
2	Layu Fusarium	-	Tanaman dibangkar lalu dibakar
3	Layu Bakteri	-	Tanaman dibangkar lalu dibakar
4	Antraknose/ patek	Benlate / Antracol 70 WP/ Velimex	0,5 – 1 gram / liter air

d. Teknik pengendalian hama, penyakit dan gulma (hpg) secara organik

Patogen serangga dapat digunakan dalam Pengendalian Hama Tanaman (PHT) melalui beberapa teknik dan sasaran yaitu :

1). Memanfaatkan secara maksimal proses pengendalian alami oleh patogen hama. Ada banyak jenis jamur patogen penyebab penyakit dan jamur yang mampu menekan populasi hama secara alami sehingga populasi tetap berada di bawah aras ekonomik. Kita harus menjaga ekosistem sedemikian rupa sehingga patogen dapat melaksanakan

fungsinya secara "density dependent". Untuk itu keadaan dan perkembangan hama yang penting perlu terus dipantau dan menjaga tindakan-tindakan yang mengurangi berfungsinya patogen hama dapat dibatasi sekecil mungkin.

2). Introduksi dan aplikasi patogen hama sebagai faktor mortalitas tetap. Prinsip penggunaan patogen hama disini sama dengan introduksi serangga parasitoid atau predator untuk menekan populasi hama untuk jangka waktu yang panjang. Caranya adalah dengan memasukkan dan menyebarkan patogen pada suatu ekosistem sedemikian rupa sehingga

patogen tersebut mantap di ekosistem yang baru ini, sehingga menjadi faktor mortalitas tetap bagi spesies hama yang dikendalikan. Permulaan bagi patogen diperlukan kepadatan populasi inang yang cukup.

3). Aplikasi patogen hama sebagai insektisida mikrobial. Aplikasi patogen perlu dilakukan beberapa kali sama prinsipnya dengan penggunaan insektisida sintetik organik. Saat ini beberapa jenis patogen seperti *Bacillus thuringiensis* telah dipasarkan dengan nama dagang tertentu. Berbeda dengan insektisida sintetik organik maka insektisida mikrobial mempunyai keuntungan yaitu berspektrum sempit atau khas inang dan aman bagi lingkungan hidup serta tidak membunuh binatang bukan sasaran. Kecuali itu apabila keadaan lingkungan memungkinkan patogen hama yang diaplikasikan pada ekosistem mungkin dapat menjadi pengendali alami hama yang permanen di ekosistem tersebut. Teknik penggunaan pengendali hama jenis mikroba biasanya digunakan pada tanaman setelah melalui pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi yang tepat, kemudian disemprotkan ke seluruh tanaman atau langsung ke dalam tanah di sekitar perakaran, sedangkan untuk microbial agen yang telah dikeringkan dan dicampur dengan media lain dapat langsung dibenamkan ke dalam tanah atau ditebarkan ke tanah disekitar tanaman.

Dibandingkan dengan teknik-teknik pengendalian yang lain terutama pestisida, pengendalian OPT dengan musuh alami memiliki keuntungan diantaranya:

a). Permanen  
Musuh alami menjadi lebih mapan dan selanjutnya secara alami musuh alami akan mampu menjaga populasi hama

dalam keadaan seimbang di bawah aras ekonomik dalam jangka waktu yang panjang

b). Aman bagi lingkungan

Pengendalian hayati tidak memiliki efek samping terhadap lingkungan terutama terhadap serangga atau organisme yang bukan sasaran

Relatif ekonomik karena begitu usaha tersebut berhasil kita tidak memerlukan lagi tambahan biaya khusus untuk pengendalian hama yang kita upayakan dan tidak merugikan perkembangan musuh alami.

Kerugian pengendalian hayati adalah:

a). Modal investasi yang besar

Modal untuk pengendalian hayati relatif besar karena harus dikeluarkan untuk kegiatan eksplorasi, penelitian, pengujian, dan evaluasi terutama yang menyangkut berbagai aspek dasar baik untuk hama, musuh alami maupun tanaman.

Aspek dasar yang meliputi taksonomi, ekologi, biologi, siklus hidup, dinamika populasi, genetika, fisiologi, dll. Identifikasi yang tepat jenis hama maupun musuh alaminya merupakan langkah permulaan yang sangat penting, supaya tidak memperoleh kesulitan dalam mempelajari sifat-sifat kehidupan musuh alami dan langkah kegiatan selanjutnya

Diperlukan Fasilitas yang lengkap dan para peneliti yang berkualitas, berpendidikan khusus dan, berdedikasi tinggi untuk pengembangan teknologi pengendalian hayati. Keberhasilan dari penggunaan pengendali hayati relatif lebih lama.

4) Taktik Pengendalian

Telah tersedia berbagai taktik pengendalian yang dapat dikelompokkan seperti di bawah ini :

(a). Mengusahakan pertumbuhan tanaman sehat

Yang dimaksud dengan tanaman sehat ialah tanaman yang terlihat segar, tumbuh normal menurut kriteria pertumbuhan yang telah diketahui. Dimulai dengan menilai kesehatan benih. Tanda-tanda benih sehat ialah benih harus bersih, terlihat bernas, tidak berkeriput, tidak ada gejala-gejala berpenyakit, persentase tumbuhnya (kecambah) hampir 100%. Demikian juga kecepatan pertumbuhan benih tersebut harus memenuhi kriteria yang telah ditentukan. Benih yang sehat akan menghasilkan tanaman yang sehat pula. Di lapangan dapat dibedakan antara pertumbuhan tanaman sehat dengan yang bukan. Misalnya varietas unggul Cisadane. Bentuk tanamannya tegak, tinggi antara 105-120 cm, anakan produktif 15-20 batang, warna kaki, batang, dan daun hijau, muka daun kasar, posisi daun tegak, bentuk dan warna gabah gemuk dan kuning bersih, umur antara 135-145 hari.

Mengapa harus mengusahakan pertumbuhan tanaman sehat. Apakah hubungan antara pertumbuhan tanaman sehat dengan masalah hama. Jelas ada hubungannya, malah sangat erat. Tanaman yang sehat akan lebih mampu menahan serangan berbagai spesies hamanya. Jadi pertumbuhan tanaman sehat pada umumnya menjadi lebih tahan terhadap serangan hama. Bagaimana caranya mengusahakan pertumbuhan tanaman sehat. Usaha ini mencakup berbagai aspek kultur teknik yaitu :

- Pola-pola tanam
- Pergiliran tanaman
- Sanitasi
- Pemangkasan
- Waktu tanam
- Pemupukan
- Pengelolaan tanah dan pengairan
- Tanaman perangkap

- Penggunaan mulsa

(b). Pengendalian hayati (musuh-musuh alam)

Dalam pengertian ekologi definisi pengendalian hayati ialah pengaturan populasi kepadatan organisme oleh musuh-musuh alamnya, hingga tingkat kepadatan rata-rata organisme tersebut lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak teratur oleh musuh alamnya (DeBach, 1979). Dari segi kepentingan manusia musuh-musuh alam tersebut dimanfaatkan sebagai pengendali hama agar fluktuasi kepadatan rata-rata populasi hama tanaman selalu rendah. Dengan demikian hama tersebut tidak mendatangkan kerugian. Musuh-musuh alam tersebut dapat digolongkan sebagai berikut (van den Bosch et al. 1985; Pimentel, et al. 1986)

- Predator
- Parasitoid
- Patogen serangga ( jamur, bakteri, virus, nematoda)
- Vertebrata (mamalia, burung, amphibia, ikan).

(c). Varietas tahan

Yang dimaksud dengan varietas tahan ialah varietas-varietas yang memang tahan terhadap serangan hama-hama tertentu. Daya tahannya itu diwariskan kepada keturunan-keturunannya, jadi daya tahan yang diwariskan secara genetik. Mekanisme ketahanan varietas dapat digolongkan sebagai berikut (Pinter, 1951) :

- Non-preferensi
- Antibiosis
- Toleransi tanaman

(d). Mekanik

Pengendalian secara mekanik ialah menggunakan berbagai alat/bahan untuk membinasakan hama, termasuk menggunakan tangan kita untuk

mengambil/menangkap hama sebagai berikut :

- Membinasakan dengan tangan, alat
- Memagari tanaman dengan pagar
- Menangkap dengan alat penghisap
- Menggunakan alat perangkap

(e). Fisik

Yang dimaksud dengan pengendalian secara fisik ialah memanfaatkan faktor-faktor fisik untuk membinasakan atau menekan perkembangan populasi hama, antara lain dengan :

- Suhu panas, dingin
- Suara
- Kelembapan
- Energi, perangkap cahaya, pengaturan cahaya

(f). Senyawa-senyawa kimia semio ("semiochemicals")

Selama dua dekade terakhir ini banyak kemajuan telah tercapai dalam mengidentifikasi dan menetapkan fungsi berbagai senyawa kimia yang dikeluarkan oleh serangga yang mutlak penting dalam kehidupannya. Beberapa diantara senyawa kimia ini telah dapat dimanfaatkan sebagai salah satu taktik dalam PHT.

Yang termasuk ke dalam senyawa-senyawa kimia semio ini adalah feromon-feromon dan senyawa-senyawa kimia alelo ("allelochemicals"). Mekanisme kerjanya ialah mengubah perilaku serangga, tetapi tidak mematakannya. Sepanjang diketahui efek racunnya terhadap kehidupan hewan dan tanaman sangat sedikit atau tidak ada sama sekali.

(g). Pengendalian secara genetik

Ada kemungkinan untuk merubah komponen-komponen genetik populasi hama atau mekanisme pewarisnya yang

lain dengan tujuan untuk mengendalikan hama tersebut. Metoda pengendalian secara genetik yang dibicarakan di sini ialah :

- Teknik jantan mandul dengan radiasi
- Zat kimia pemandul

(h). Pestisida

Yang dimaksud dengan pestisida ialah zat-zat kimia untuk membunuh hama. Jadi pestisida adalah racun. Namun masih terjadi perdebatan apakah berbagai produk kimia yang non-lethal seperti pengatur tumbuh, feromon dan sebagainya, juga termasuk pestisida.

Yang dibicarakan di sini antara lain penggolongan pestisida menurut golongan hama yang diberantasnya, efeknya terhadap hama, formulasi, toksisitas, penyimpanan, transpor, dan teknik memusnahkan serta alat-alat dan teknik aplikasi dan pengelolaan pestisida.

- Insektisida
- Fungisida
- Bakterisida
- Molusida
- Akarisida
- Herbisida

Sesuai dengan definisi PHT untuk menanggulangi sesuatu spesies/sekelompok spesies hama penting dipilih mana dari taktik-taktik pengendalian tersebut di atas yang paling cocok untuk digabungkan menjadi satu kesatuan program pengendalian. Namun tidak mutlak demikian. Apabila dengan menggunakan satu taktik pengendalian sudah berhasil baik sesuai dengan falsafah dan tujuan PHT, yang lainnya tidak diperlukan.

Program PHT hendaknya sudah harus dimulai sejak persiapan tanam sampai dengan pasca panen. Dengan demikian harus dapat diantisipasi spesies-spesies

hama penting apa saja yang mungkin timbul pada setiap fase kegiatan dan pertumbuhan tanaman. Untuk ini diperlukan pengetahuan tentang agorekosistem tanaman tersebut dan ekobiologi hama-hamanya. Misalnya tanaman kedelai. Hama kedelai yang terpenting selama fase pertumbuhan pertama yaitu sejak berumur 4-10 hari setelah tanam ialah lalat kacang, *Ophiomya phaseoli*, kumbang daun kedelai, *Phaedonia inclusa* dan kutu kebul, *Bemisia tabaci*. Spesies-spesies hama lain mungkin juga ada. Tabel III.3 memuat daftar hama-hama kedelai yang dapat hadir pada fase-fase pertumbuhan tanaman kedelai (Wedanambi dan Soehardjan, 1993).

#### e. Implementasi Pengendalian

Pengendalian hama dan patogen tanaman dapat dilakukan dengan berbagai cara. Pengendalian yang sudah umum dilakukan oleh petani Indonesia adalah pengendalian secara kultur teknis, pengendalian secara mekanis, pengendalian secara fisik, pengendalian secara hayati, pengendalian secara kimiawi, pengendalian dengan varietas yang tahan terhadap OPT dan penendalian secara terpadu (PHT: Pengendalian hama, patogen dan gulma secara terpadu). Untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman dapat dilakukan secara biologis. Untuk keberhasilan suatu pengendalian secara biologis harus mengenal terlebih dahulu musuh-musuh alami hama dan penyakit tanaman. Berikut ini adalah beberapa musuh alami hama dan penyakit tanaman.

Hampir semua kelompok organisme dapat berperan sebagai musuh alami serangga hama termasuk binatang vertebrata, nematoda, mikroorganisme, invertebrata selain serangga. Kelompok

musuh alami yang paling penting adalah dari golongan serangga sendiri. Dilihat dari fungsinya musuh alami dapat kita kelompokkan menjadi parasitoid, predator, dan patogen.

#### 1). Parasitoid

Parasitoid adalah serangga yang merugikan serangga atau binatang arthropoda lainnya. Parasitoid bersifat parasitik pada fase pra dewasanya sedangkan pada fase dewasa mereka hidup bebas tidak terikat pada inangnya. Umumnya parasitoid dapat membunuh inangnya meskipun ada inang yang mampu melengkapi siklus hidupnya sebelum mati. Parasitoid dapat menyerang setiap fase instar serangga maupun fase dewasa. Oleh induk parasitoid telur dapat diletakkan pada permukaan kulit inang atau dengan tusukan ovipositornya telur langsung dimasukkan ke dalam tubuh inang. Larva yang keluar dari telur menghisap cairan inangnya dan menyelesaikan perkembangannya di luar tubuh inang (sebagai ekto-parasitoid) dan sebagian besar di dalam tubuh inang (sebagai endoparasitoid). Fase inang yang diserang pada umumnya adalah telur dan larva.

Ada spesies parasitoid yang hanya digunakan oleh satu parasitoid untuk dapat melengkapi perkembangannya sampai fase dewasa pada satu inang. Parasitoid semacam ini disebut parasitoid soliter. Sedangkan parasitoid gregarius adalah jenis parasitoid yang lebih dari satu individu dapat hidup bersama-sama dalam tubuh satu inang. Banyak lebah Ichneumonid merupakan parasitoid soliter, dan banyak lebah Braconid dan Chalcidoid yang bersifat gregarius. Terdapat 6 ordo dan 86 famili serangga yang termasuk parasitoid yaitu Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, dan Strepsiptera. Dalam ordo Hymenoptera

yang terbanyak parasitoid adalah famili Ichneumonidae, Braconidae, dan Chalcidoidea.

## 2). Predator

Predator merupakan organisme yang hidup bebas dengan memakan atau memangsa binatang lainnya. Beberapa perbedaan antara predator dan parasitoid: Parasitoid umumnya monofag atau oligofag

Dalam perkembangannya parasitoid memerlukan satu inang, sedangkan predator memerlukan banyak mangsa. Yang mencari inang pada parasitoid adalah serangga dewasa betina, tetapi pada predator serangga jantan dan betina.

Hampir semua jenis ordo serangga mempunyai jenis yang menjadi predator, seperti Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera, Diptera, dan hemiptera. Beberapa famili yang terkenal adalah kumbang kubah (Coleoptera: Coccinellidae), Kumbang tanah (Coleoptera : Carabidae), Undur-undur (Neuroptera : Chrysopidae).

## 3). Mikroorganisme patogen

Jenis-jenis mikroorganisme yang berperan sebagai agen pengendali hayati diantaranya adalah sebagai berikut :

Bakteri. Kelompok bakteri yang lebih penting adalah bakteri pembentuk spora yang pada saat ini telah banyak digunakan sebagai insektisida mikrobial. jenis bakteri patogen yang penting adalah bakteri bacillus popilliae dan bacillus thuringiensis. Fungsi bakteri: Bacillus popilliae yaitu menyebabkan seperti penyakit susu pada kumbang jepang Popilliae japonica dan kumbang skarabid lainnya. Bacillus thuringiensis sangat efektif digunakan untuk mengendalikan larva ordo Lepidoptera dan larva nyamuk.

Gejala serangan :

Bacillus thuringiensis sporulasi dalam tubuh serangga membentuk kristal yang mengandung protein beracun. Bila spora dan kristal bakteri dimakan oleh serangga yang peka maka terjadi gejala paralisis yang mengakibatkan kematian inang. Kristal bakteri akan melarut dalam saluran pencernaan. Dalam jaringan tersebut bakteri mengeluarkan toksin yang dapat mematikan serangga

Cendawan (fungi). Kelompok jenis jamur yang menginfeksi serangga kita namakan jamur entomofatogenik, jenis yang terkenal adalah *Nomuraea rileyi*, *Metharizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana*

Gejala serangan :

Jamur patogen masuk ke dalam tubuh serangga tidak melalui saluran makanan tetapi langsung masuk ke dalam tubuh melalui kulit atau integumen. Setelah konidia jamur masuk ke dalam tubuh serangga serangga, jamur memperbanyak dirinya melalui pembentukan hifa dalam jaringan epikutikula, epidermis, hemocoel, serta jaringan-jaringan lainnya. Pada akhirnya semua jaringan dipenuhi oleh miselia jamur. Disamping itu ada beberapa jenis jamur yang mempengaruhi pigmentasi serangga dan menghasilkan toksin yang sangat mempengaruhi fisiologi serangga. Karena pengaruh infeksi jamur terhadap pembentukan pigmen, larva atau instar serangga yang terserang jamur memperlihatkan perubahan warna tertentu seperti warna merah dan merah muda.

Proses perkembangan jamur dalam tubuh inang sampai inang mati berjalan sekitar 7 hari. Setelah inang terbunuh, jamur membentuk konidia primer dan sekunder yang dalam kondisi cuaca yang sesuai

konidia tersebut muncul keluar dari kutikula serangga.

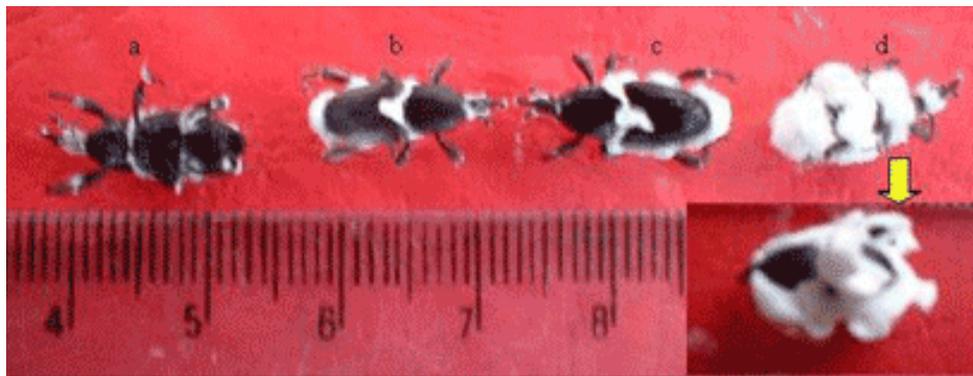
Saat ini di Indonesia jamur *Metarhizium anisopliae* telah digunakan secara luas untuk pengendalian hama *Oryctes* sp. yang menyerang kelapa. Jamur *Beauveria* telah dicoba untuk pengendalian hama wereng padi coklat dan hama penggerek buah kopi.

Jamur antagonis. Beberapa spesies *Gliocladium* sp. bersifat antagonis yang menyebabkan kematian dan menghancurkan hifa inangnya dengan sekresi satu atau lebih antibiotik, dengan sifat hiperparasit dan persaingan hara maupun ruang. Antibiotik yang dihasilkan *Gliocladium* sp. adalah gliotoksin. *Gliocladium* dan *Trichoderma* berpotensi sebagai agen pengendali hayati untuk penyakit layu fusarium. *Trichoderma* spp. Membebaskan gas-gas yang mudah menguap dan berfungsi sebagai anti jamur. Anti jamur yang dihasilkan berpengaruh terhadap pertumbuhan *Fomes annosus* dan *Lentinus lepideus*

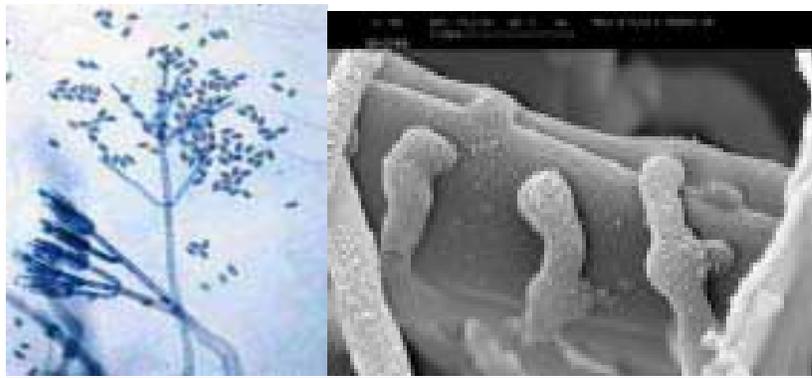
Menurut Baker and Cook (1982), pengendalian hayati adalah tindakan penekanan kepadatan inokulum atau aktifitas patogen yang berada dalam keadaan aktif atau dorman oleh satu atau lebih organisme. Pengendalian hayati dapat berjalan dengan alami melalui manipulasi lingkungan inang (tumbuhan), agen pengendali hayati atau dengan introduksi masal satu atau lebih agen pengendali hayati.

Jenis-jenis agen pengendali hayati yang dapat dipergunakan untuk mengendalikan penyakit tumbuhan adalah bakteri, virus, protozoa, nematoda, tungau dan jamur. Jamur pengendali hayati adalah *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. dan *Metarhizium* sp. (baker and Cook, 1982).

Berikut beberapa contoh pembuatan pestisida hayati dari mikro-organisme, yaitu Jamur *B. bassiana* merupakan entomopatogen yang dapat mematikan serangga dewasa dan pra dewasa (telur, larva, pupa) hama penggerek bonggol pisang, *C. sordidus*. Bila pupa yang terinfeksi *B. bassiana* dapat hidup, namun serangga imagonya akan cacat dimana perkembangan sayapnya tidak sempurna. Jamur *B. bassiana* terlihat keluar dari tubuh serangga terinfeksi mula-mula dari bagian alat tambahan (apendages) seperti antara segmen-segmen antena, antara segmen kepala dengan toraks, antara segmen toraks dengan abdomen dan antara segmen abdomen dengan cauda (ekor). Setelah beberapa hari kemudian seluruh permukaan tubuh serangga yang terinfeksi akan ditutupi oleh massa jamur yang berwarna putih. Penetrasi jamur entomopato-gen sering terjadi pada membran antara kapsul kepala (head capsule) dengan toraks atau diantara segmen-segmen apendages demikian pula miselium jamur keluar pertama kali pada bagian-bagian tersebut.



Gambar 48.  
Gejala pada serangga dewasa *C. sordidus* yang terinfeksi oleh jamur *B. bassiana*



Gambar  
Morfologi *Gliocladium* sp. (kiri) dan Hiperparasitisme *Gliocladium* sp.  
Pada patogen tanaman (kanan)

Jamur *Metarrhizium anisopliae*  
Perbanyakan jamur dilakukan pada PDA, setelah itu dipin-dahkan ke dalam media ja-gung pecah. Pada media jagung tersebut akan tumbuh miselium berwarna putih dan spora-spora jamur berwarna hijau olive. Suspensi jamur dibuat dari biakan pada media jagung yang disuspensikan ke dalam akuades dan disaring. Suspensi ini dihitung kepekatan sporanya dengan alat Haemocytometer di bawah mikroskop dengan perbesaran 400–600x, sehingga diperoleh suspensi dasar yang selanjutnya akan diencerkan sesuai kebutuhan.

*Gliocladium* sp. diperbanyak pada media PDA dengan cara isolat murni *Gliocladium* sp. yang berada dalam tabung reaksi dituangkan ke tanah yang mengandung patogen, lalu diinkubasikan selama satu minggu. Tanah tersebut disirami setiap hari sampai lembab. Kemudian tanah yang mengandung patogen dan jamur antagonis diambil satu gram, lalu diencerkan dengan aquades steril sampai dengan 10<sup>-5</sup>. Satu milimeter hasil pengenceran tanah dituangkan ke dalam cawan petri lalu ditambah sembilan mililiter media PDA dan antibiotik. Campuran tersebut digoyang sekitar 20 kali, kemudian diinkubasikan dalam suhu

kamar selama 2 hari. Pada hari ke-3 pindahkan jamur antagonis ke dalam cawan petri yang mengandung PDA steril, lalu diinkubasikan selama 4 hari. Pilih satu cawan petri yang mengandung koloni *Gliocladium* sp. murni. Setelah dipotong-potong dengan alat Cork Borer, setiap satu potongan dipindahkan ke cawan petri, lalu diinkubasikan selama tujuh hari. Dengan demikian diperoleh koloni murni *Gliocladium* sp.

f. Implementasi pengendalian gulma.

Untuk mengendalikan gulma tanaman terdapat lima teknik pengendalian, yaitu (1) cara mekanis, melakukan pembabatan, pencabutan, pengolahan tanah, penganangan, pembakaran dan penutupan lahan dengan mulsa plastik hitam-perak atau mulsa organik;

(2) teknik kompetisi, yaitu mengatur waktu tanam yang tepat sehingga tanaman tidak tersaingi dalam kebutuhan air, unsur hara dan oksigen;

(3) pergiliran tanaman, yaitu melakukan pergantian tanaman budidaya pada setiap musim tanam;

(4) cara biologi, dengan menggunakan predator gulma dan penyakit tanaman berupa fungi atau bakteri atau virus. Contohnya memberantas Lantana camara dengan hama penggerek batang *Plagiohanus spini* atau penggerek daun seperti *Octotoma scabripennis*;

(5) secara kimia, yaitu mengendalikan gulma dengan menggunakan bahan kimia atau herbisida. Dalam penerapannya, herbisida digolongkan dalam tiga kelompok, yaitu herbisida kontak, sistemik dan sterilisasi tanah.

Herbisida kontak yaitu herbisida yang dapat membunuh bagian gulma yang terkena herbisida kemudian mengalir melalui sel-sel xilem. Herbisida sistemik adalah herbisida yang dapat membunuh seluruh bagian tumbuhan, diabsorpsi oleh akar atau bagian tanaman lainnya dan

dapat ditranslokasikan ke seluruh bagian tumbuhan. Herbisida sterilisasi tanah adalah herbisida yang selama berada di dalam tanah dapat mencegah tumbuhnya gulma. Pemberian herbisida untuk memberantas gulma dilakukan dengan cara sebar, larikan dan langsung.

Cara sebar dilakukan untuk menyemprot atau menebar herbisida ke seluruh area pertanaman. Cara larikan adalah pemberian herbisida yang disebar di antara barisan tanaman. Sedangkan cara langsung dilakukan apabila herbisida disemprotkan secara langsung pada gulma atau dengan cara melukai gulma dan mengoleskan herbisida pada bagian yang luka.

Translokasi herbisida ke bagian-bagian gulma dibagi atas tiga cara, yaitu translokasi melalui jaringan kulit kayu atau floem, translokasi melalui jaringan pembuluh kayu (xilem) dan translokasi melalui ruang inertseluler.

Penyemprotan herbisida melalui daun akan diteruskan ke bagian bawah, termasuk akar. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pada sel-sel yang masih muda, karena proses translokasi bahan-bahan dari daun ke bagian tanaman berjalan secara aktif. Herbisida yang toksik akan mematikan sel-sel atau jaringan yang dilewatinya. Selama sel-sel floem masih berfungsi maka gulma masih tetap dapat bertahan hidup. Oleh karena itu untuk membunuh gulma dengan menggunakan herbisida harus selalu mematikan fungsi floem sehingga fungsi akar akan terhenti.

Pemberian herbisida melalui tanah akan diangkut oleh jaringan pembuluh xilem ke bagian atas gulma termasuk daun. Xilem merupakan sel-sel yang tidak hidup sehingga herbisida sulit untuk merusak sel xilem. Translokasi dari bagian akar ke bagian di atas permukaan tanah akan

selalu mengikuti translokasi air dan larutan hara tanaman

Translokasi bahan aktif dari herbisida melalui ruang interseptuler karena adanya sifat bahan pelarut yang nonpolar dan mempunyai tekanan permukaan yang rendah. Dengan demikian herbisida dapat menyebar ke seluruh bagian tanaman, dari bagian atas ke bawah, atau sebaliknya. Begitupun dengan proses secara radian ataupun tangensial. Faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas dan selektivitas herbisida adalah: sifat herbisida, cara pemberian atau pemakaian, sifat gulma, lingkungan, dan

interaksi sifat herbisida, gulma dan lingkungan.

Sifat herbisida menyangkut daya kerja, mekanisme kerja, formulasi dan pH. Teknik penggunaan herbisida mencakup cara penyemprotan, penempatan dan hubungannya dengan alat serta waktu penggunaannya. Sifat gulma yang mempengaruhi efektivitas dan selektivitas herbisida adalah sifat morfologis, fisiologis dan genetis, Keadaan seperti tanah, sinar, suhu, kelembaban udara, air dan faktor biologi akan mempengaruhi pula efektivitas dan selektivitas herbisida.

## Ringkasan

Setelah mempelajari BAB 5. siswa telah mampu menguasai kompetensi-kompetensi berikut:

1. Menyiapkan lahan dan media tanam
2. Mengelola alat dan mesin pemeliharaan tanaman
3. Menerapkan K-3 dalam merawat tanaman
4. Merawat benih tanaman

Media tumbuh	Sifat fisik tanah	Sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkembangan dan pengertian tanah</li> <li>• Profil tanah</li> <li>• Komponen tanah</li> <li>• Fungsi utama tanah sebagai media tumbuh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekstur</li> <li>• Struktur</li> <li>• Aerasi tanah</li> <li>• Temperatur tanah</li> <li>• Warna tanah</li> <li>• Klasifikasi warna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsu hara makro</li> <li>• Unsur hara mikro</li> </ul>
Teknik pengolahan tanah	Teknik penanaman	Pemupukan
<p>Teknik pengolahan tanah terdiri dari persiapan lahan, dan pembuatan bedengan untuk tempat tumbuh tanaman. Kegiatan selanjutnya adalah membuat lubang tanam dengan jarak tanaman yang efektif dan efisien.</p>	<p>Teknik penanaman terdiri dari persemain, pembibitan, pemeliharaan bibit dan penanaman.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pupuk organic</li> <li>• Pupuk anorganik</li> </ul>
Pengairan	Pemangkasan	OPT
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi air bagi tanaman</li> <li>• Kebutuhan bagi tanaman</li> <li>• Peran utama air tanah</li> <li>• Proporsi dan siklus air tanah.</li> <li>• Koefisien dan ketersediaan air tanah</li> <li>• factor-faktor ketersediaan air</li> <li>• Teknik pengairan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemangkasan tanaman muda.</li> <li>• Pemangkasan tanaman tua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hama</li> <li>• Penyakit</li> <li>• Gulma</li> <li>• Teknik pengendalian HPG</li> <li>• Implementasi pengendalian</li> </ul>

SOAL:

1. Jelaskan tentang unsur hara makro dan mikro bagi tanaman.
2. Jelaskan minimal 10 OPT dan teknik pengendaliannya.
3. Mengapa pengendalian OPT yang terbaik adalah secara terpadu.

TUGAS:

1. Lakukan observasi terhadap unsur hara yang digunakan petani di sekitar sekolahmu.
2. Amati hama. Penyakit dan gulma yang menyerang tanaman yang dibudidayakan di sekolahmu dan diskusikan dengan teman satu kelompok bagaimana cara mengendalikan OPT tersebut.

ISBN 978-979-060-105-5  
ISBN 978-979-060-106-2

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 26.730,00