

TENTANG PENULIS



MARJENAH, lahir di Balikpapan pada tanggal 01 Agustus 1962 merupakan anak bungsu dari delapan bersaudara dari Ayah Umar Al-Banjari (alm). dan Ibu Hj. Masnah.

Ia memulai pendidikan dasarnya di Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Balikpapan pada Tahun 1969 dan berijazah Tahun 1974. Tahun 1975 ia melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri IV Balikpapan dan berijazah Tahun 1977, kemudian Tahun 1978 ia melanjutkan pendidikan menengah atasnya di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 2 Balikpapan dan berijazah Tahun 1981.

Pendidikan Tinggi Strata Satu (S1) dimulainya Tahun 1981 pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman di Samarinda dan berijazah Tahun 1986. Pendidikan Tinggi Strata dua (S2) dimulainya Tahun 1994 pada Program Pascasarjana Magister Ilmu Kehutanan Universitas Mulawarman dan berijazah Tahun 1998. Pendidikan Tinggi Strata tiga (S3) dimulainya Tahun 2002 pada Program Studi S3 Ilmu Kehutanan Universitas Mulawarman dan berijazah Tahun 2008.

Pada tanggal 05 April 1987 ia menikah dengan Ir. Riyayatsyah, MP. dan dikaruniai empat orang putra dan putri yang lahir di Samarinda; dr. Puspa Lestari lahir pada tanggal 25 Juli 1988; Anggriani Profita, S.T., M.T. lahir pada tanggal 15 Pebruari 1990; Dinar Fitriani, S.T. lahir pada tanggal 17 Maret 1994; dan Amar Makruf Jauhari lahir pada tanggal 08 Desember 1998.

Ia mengabdikan diri di dunia pendidikan sejak Tahun 1991 sebagai Pengasuh Matakuliah Silvika dan Silvikultur pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Di samping itu ia pernah menjadi Kepala Laboratorium Silvikultur Pusat Penelitian Hutan Tropis (PPHT/PUSREHUT) Universitas Mulawarman (1992 – 2002), dan Sekretaris Program Studi Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (2002 – 2004), serta menjadi Kepala Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman sejak 01 Februari 2013 sampai sekarang. Jabatan Guru Besar dicapainya pada tanggal 01 November 2014. Saat ini menjabat sebagai Asisten Direktur II Bidang Umum dan Keuangan Program Pascasarjana Universitas Mulawarman.



Penerbit
Mulawarman University PRESS
Gedung LP2M Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua, Jl. Krayan, Samarinda
Provinsi Kalimantan Timur, INDONESIA 75123
Telp/Fax : (0542) 747432, Email : mup@ppm.unmul.ac.id

ISBN 978-602-6834-50-8



9 786026 834508



MANAJEMEN PEMBIBITAN
Edisi Revisi 2

MARJENAH



MANAJEMEN PEMBIBITAN

Edisi Revisi 2

MARJENAH



Mulawarman
University PRESS

Manajemen Pembibitan Edisi Revisi 2

Marjenah

Penulis : Marjenah

Editor : Bayu

ISBN : 978-602-1475-50-8

©2018. Mulawarman University Press

Cetakan Pertama : Januari 2012

Cetakan Kedua (Edisi Revisi) : September 2015

Cetakan Ketiga (Edisi Revisi 2) : Januari 2018

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan.

Marjenah. 2018. *Manajemen Pembibitan Edisi Revisi 2*.
Mulawarman University Press. Samarinda



**Mulawarman
University PRESS**

Penerbit

Mulawarman University PRESS

Gedung LP2M Universitas Mulawarman

Jl. Krayan, Kampus Gunung Kelua

Samarinda – Kalimantan Timur – Indonesia 75123

Telp/Fax (0541) 747432, Email : mup@lppm.unmul.ac.id

Kata Pengantar

Assalamualaikum wr.wb.

Alhamdulillah, dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya telah memberikan petunjuk, kesehatan, kesempatan dan kekuatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan Buku Manajemen Pembibitan.

Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang terdiri atas 4 pokok bahasan yang disusun sebagai bahan acuan atau pegangan mahasiswa yang menempuh Mata Kuliah Manajemen Pembibitan di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman dengan materi yang telah disesuaikan dengan keperluan bahan pembelajaran. Materi dalam buku ini merupakan hasil penyempurnaan dari materi perkuliahan yang telah disusun sebelumnya ditambah dengan beberapa contoh dan hasil penelitian yang telah dilakukan, serta dari beberapa buku yang materinya sesuai dengan keperluan bahan pembelajaran. Penulis berharap agar buku yang sederhana ini dapat membantu para mahasiswa dan tim pengajar dalam kegiatan perkuliahan, serta pihak-pihak yang memiliki ketertarikan terhadap bidang Manajemen Pembibitan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan mengarahkan dalam penyusunan buku ini. Dengan segala kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki

penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak sekali kekurangan yang terdapat dalam buku ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Samarinda, Januari 2012

Dr. Ir. Marjenah, M.P.

Kata Pengantar

Edisi Revisi

Buku ini merupakan edisi revisi dari buku “Manajemen Pembibitan” yang pernah diterbitkan pada tahun 2012. Beberapa bagian dari isi buku ini ditambah dan diperbaiki.

Semoga buku ini dapat membawa manfaat bagi para pembaca.

Samarinda, Juli 2015

Prof. Dr. Ir. Marjenah, M.P.

Kata Pengantar

Edisi Revisi 2

Buku ini merupakan edisi revisi dari buku “Manajemen Pembibitan” yang pernah diterbitkan pada tahun 2012 dan 2015. Beberapa bagian dari isi buku ini ditambah dan diperbaiki. Selain itu dilengkapi juga dengan data-data hasil penelitian

Semoga buku ini dapat membawa manfaat bagi para pembaca.

Samarinda, 02 Januari 2018

Prof. Dr. Ir. Marjenah, M.P.

Daftar Isi

Kata Pengantar	ii
Daftar isi	vi
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Bagian I. Perbanyakkan Tanaman.....	1
I. Pendahuluan	2
A. Sejarah Perkembangan Teknik Perbanyakkan Tanaman...	4
1. Zaman Pra Sejarah	4
2. Zaman Setelah Revolusi Pertanian	6
B. Persiapan Melakukan Perbanyakkan Tanaman	8
1. Pohon Induk	8
2. Syarat Pohon Induk	8
3. Mendapatkan Pohon Induk	9
C. Bahan Tanaman	9
1. Bahan Tanaman Untuk Perbanyakkan Secara Generatif	10
2. Bahan Tanaman Untuk Perbanyakkan Tanaman Secara Vegetatif	10
3. Bahan Tanaman Untuk Perbanyakkan Tanaman Secara Generatif Vegetatif	11
II. Perbanyakkan Tanaman	12

A.	Perbanyakkan Tanaman Secara Generatif	12
1.	Menyiapkan Biji	17
2.	Dormansi dan Perlakuan Pendahuluan	27
3.	Penyemaian Biji	34
B.	Perbanyakkan Tanaman Secara Vegetatif	41
1.	Pembibitan Tanaman Secara Vegetatif Alamiah	43
2.	Pembibitan Tanaman Secara Vegetatif Buatan...	50
C.	Perbanyakkan Tanaman Secara Generatif Vegetatif ...	61
1.	Okulasi (<i>budding</i>)	63
2.	Sambungan (<i>grafting</i>)	66
	Daftar Pustaka	73
Bagian II.	Persemaian	75
I.	Pendahuluan	76
II.	Perencanaan Persemaian	82
A.	Penghitungan kebutuhan bibit, benih, bedeng, pupuk dll.	82
1.	Kebutuhan Bibit	82
2.	Kebutuhan Benih	83
3.	Kebutuhan Bedeng Tabur (KBt)	84
4.	Kebutuhan Bedeng Sapih (KBs)	84
5.	Menghitung Luas Persemaian Efektif (LP_{efektif}) .	85
6.	Menghitung Luas Persemaian Total	85
7.	Menghitung Jumlah Tenaga Kerja	86
8.	Kebutuhan Media Sapih	86

9.	Kebutuhan Pupuk	88
10.	Tata Waktu	91
B.	Persiapan Persemaian	92
1.	Pemilihan Lokasi Persemaian	92
2.	Tata Ruang Persemaian	93
3.	Organisasi dan Ketenagakerjaan	96
III.	Pembangunan Persemaian Permanen	99
A.	Persiapan Lapangan	100
B.	Sarana dan Prasarana	101
IV.	Pelaksanaan Kegiatan Persemaian	108
A.	Persiapan Pembuatan Persemaian	108
1.	Persiapan Kegiatan	108
2.	Pembuatan Bedeng Tabur	108
3.	Pembuatan Bedeng Sapih	109
B.	Penyiapan Media Perkecambahan dan Media Pertumbuhan/ sapih	110
C.	Perlakuan dan Penaburan Benih	122
1.	Perlakuan Pendahuluan (Pra-perlakuan Benih) ..	122
2.	Penaburan Benih	124
3.	Pengisian Media Sapih ke dalam Pot dan Penyusunan Pot	126
4.	Macam-macam Pot yang Digunakan di Persemaian	128
D.	Penyapihan Bibit	130
E.	Perawatan dan Pemeliharaan Bibit	131
1.	Penyiraman	132

2.	Pemupukan	133
3.	Penyulaman	134
4.	Perumputan dan Pemotongan Akar	134
5.	Pemberantasan Hama dan Penyakit	135
6.	<i>Hardening off</i>	137
7.	Seleksi	138
8.	Pemanenan dan Pengangkutan Bibit untuk Penanaman di Lapangan	138
9.	Pelaporan	141
V.	Administrasi Persemaian	142
	Daftar Pustaka	147
	Bagian III. Pembuatan Kompos	149
I.	Pendahuluan	150
II.	Sekilas Tentang Kompos	156
	A. Mengetahui Kompos	156
	B. Prinsip Pengomposan	158
	C. Pedoman Teoritis	162
III.	Pengomposan	165
	A. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Kompos .	165
	1. Bahan Baku	165
	2. Suhu	172
	3. Nilai C/N Bahan	173
	4. Kelembaban	174
	B. Cara Membuat Kompos	175
	1. Mengetahui EM4	175

2. Persiapan	178
C. Tahapan Pembuatan Kompos	179
D. Hasil Pengomposan	181
1. Kualitas Kompos	182
2. Kematangan Kompos	182
E. Aplikasi Kompos di Lapangan	183
1. Serbuk	185
2. Butiran dan Pelet	185
3. Tablet	186
F. Pembuatan Kompos Cair	191
Daftar Pustaka	195
Bagian IV. Hormon Tumbuhan	197
I. Pendahuluan	198
A. Pengertian Hormon	200
B. Macam-Macam Zat Pengatur Tumbuh	204
1. Auksin	205
2. Giberelin	214
3. Sitokinin	218
4. Asam Absisat (ABA)	222
5. Ethylene	225
Daftar Pustaka	234
Lampiran	235

Daftar Tabel

No.	Judul Tabel	Hal.
1.1.	Beberapa Sifat Benih Ortodoks dan Rekalsitran	24
1.2.	Teknik Pembibitan Beberapa Jenis Tanaman Hutan.....	42
2.1.	Daftar Alat dan Sarana Prasarana	142
2.2.	Daftar Persediaan Bahan di Persemaian	143
2.3.	Monitoring Kemajuan Pekerjaan di Persemaian	143
2.4.	Daftar Mutasi Bibit di Persemaian	145
2.5.	Daftar Mutasi Bibit Gabungan	145
2.6.	Daftar Persediaan Bibit	146
3.1.	Perbedaan Kompos dan Pupuk Kimia	152
3.2.	Sumber Bahan Organik yang Umum dimanfaatkan.....	156
3.3.	Beberapa Bahan dengan C/N-nya	166
	Kandungan Unsur Hara Kompos Eceng Gondok	
3.4.	dibanding dengan Top Soil Hutan Sekunder, Ilalang, dan Serbuk Gergaji	182
3.5.	Waktu Pemberian Pupuk pada Tanaman Berdasarkan Bentuknya	190
3.6.	Kandungan Unsur Hara Beberapa Pupuk Organik Cair (POC) dari Buah/Kulit Buah	192
3.7.	Kandungan Unsur Hara Makro Kotoran Cair Beberapa Jenis Ternak	193

Daftar Gambar

No.	Judul Gambar	Hal.
2.1.	Bibit jati di persemaian milik masyarakat di Teluk Dalam Sebulu Kab. Kutai Kartanegara (Photo by Marjenah, 2006).....	94
2.2.	Bibit sungkai di persemaian milik masyarakat di Kebon Agung Samarinda (Photo by Marjenah, 2006)	95
2.3.	Bibit durian di persemaian Pusat Penelitian Hutan Tropis (PPHT) di Bukit Soeharto. Bibit siap diangkut ke lapangan (Photo by Marjenah, 2006)	95
2.4.	Bibit mahoni di persemaian milik masyarakat di Kebon Agung Samarinda (Photo by Marjenah, 2006).....	96

Bagian I

PERBANYAKAN TANAMAN

I. PENDAHULUAN

Kebanyakan negara menyadari akan bahaya hilangnya hutan, dan program penghutan kembali secara besar-besaran telah dicanangkan oleh seluruh negara tropis yang dilakukan oleh Departemen Kehutanan, perusahaan swasta, dan proyek-proyek lainnya. Akan tetapi, kegiatan penanaman hutan jarang sekali dapat berpacu dengan penebangan hutan, termasuk mengganti yang telah hilang di masa silam.

Untuk mengembalikan hutan yang rusak dan memperbaiki lahan yang mundur kualitasnya, merupakan suatu tantangan yang sangat berat dan memerlukan sejumlah besar tanaman yang akhirnya akan meningkatkan kebutuhan benih.

Penghutan kembali bukan lagi merupakan pekerjaan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan saja. Selama ini teknik penanaman hutan telah mengalami perubahan berkaitan dengan cakupan kebutuhan yang lebih luas. Kebanyakan kegiatan penanaman selama separuh abad ini dan sekitar tahun 1980 dipusatkan pada tanaman industri dalam skala besar, dan terfokus pada jenis yang mudah penanamannya seperti pinus, ekaliptus, jati, dan mahoni, yang sekarang telah berubah ke bidang yang lebih luas. Hutan kemasyarakatan atau perhutanan sosial dengan komponen agroforestry, tanaman pelindung, tanaman keras di desa dan lain-lain, pada saat ini merupakan bagian utama dari seluruh kegiatan penanaman. Penanaman pohon menjadi komponen alami pada pengelolaan lahan tropis. Selanjutnya, rehabilitasi lahan dan pengelolaan daerah aliran sungai dengan penanaman hutan

seringkali merupakan bagian penting dari kebijakan kehutanan suatu negara.

Penanaman hutan tidak mungkin dapat menghasilkan keragaman tumbuhan dan margasatwa yang telah punah. Tetapi, penanaman dalam skala besar secara langsung masih diperlukan untuk menyediakan kayu industri yang penting, dan secara tidak langsung untuk melepaskan tekanan terhadap hutan alam yang tertinggal. Juga pada hutan tanaman industri, terjadi pergeseran dalam kebijakan kehutanan pada kebanyakan negara. Selama dekade terakhir, banyak negara telah menekankan pada penggunaan jenis lokal dalam pembuatan hutan tanaman yang sebelumnya didominasi oleh jenis eksotik. Kecenderungan ini seiring dengan kegiatan penanaman yang luas tersebut, telah meningkatkan permintaan akan keragaman jenis yang lebih besar, termasuk jenis lokal yang penting dan jenis yang kurang dikenal.

Untuk memenuhi permintaan bibit dalam jumlah besar, dipandang perlu untuk menyajikan suatu bidang ilmu yang berkaitan dengan teknik pembibitan tanaman hutan. Bidang ilmu yang dimaksud adalah Manajemen Pembibitan yaitu suatu bidang ilmu yang mempelajari tentang pengelolaan setiap kegiatan yang berkaitan dengan pengadaan bahan tanaman yang bertujuan untuk menyediakan bibit yang berkualitas dalam jumlah yang memadai, sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan, tata waktunya tepat dan bibitnya dapat beradaptasi dengan tapak atau kondisi tempat penanaman.

A. Sejarah Perkembangan Teknik Perbanyak Tanaman

1. Zaman Pra Sejarah

Setelah zaman berburu dan mengumpulkan makanan berakhir, diganti zaman beternak dan bercocok tanam, manusia mulai memikirkan cara mengembangbiakkan tanaman-tanaman yang biasa mereka gunakan sebagai bahan makanan. Sekitar 8.000 – 9.000 tahun sebelum masehi, manusia mulai menyemaikan biji secara teratur. Kegiatan ini diilhami dari penemuan bahwa biji tanaman yang jatuh ke tanah akan tumbuh. Beberapa ahli arkeologi menyebut masa perkembangan ini sebagai “**revolusi pertanian**”. Jenis tanaman yang digunakan manusia purba masih sangat terbatas. Mereka menanam biji rumput-rumputan liar yang menghasilkan makanan, seperti jagung purba atau *mahiz*, rumput-rumput liar yang menjadi cikal bakal tanaman padi dan gandum dari keluarga Gramineae, dan tanaman buah-buahan dari biji. Keadaan ini menyebabkan kelompok manusia nomaden ini mulai menetap dan tidak berpindah-pindah lagi untuk mencari makanan. Berdasarkan situs purbakala yang berhasil ditemukan, manusia yang pertama mulai memproduksi makanan atau bercocok tanam hidup di daerah Asia Barat Daya, seperti Israel, Yordania, Libanon, Siria, Irak, dan Turki (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

Pengenalan manusia pada cara bercocok tanam, menjadikan perubahan yang sangat cepat pada pola hidup dan kebudayaan manusia. Terjadilah apa yang disebut revolusi pertanian. Cara hidup manusia tidak lagi berpindah-pindah melainkan menetap, membentuk desa-desa dan mulai membentuk organisasi sosial

dengan dasar dan susunan yang sangat berbeda dengan organisasi sosial ketika masih dalam kelompok-kelompok berburu.

Salah satu situs tersebut ditemukan di Lembah Shanidar Irak Utara, sekitar 120 km dari Sungai Tigris. Tahun 1951, seorang ahli arkeologi bernama Ralph Solecki, berhasil menyingkapkan dua masyarakat manusia prasejarah yang telah lama punah, yaitu masyarakat Gua Shanidar dan masyarakat Lembah Zawi Chemi Shanidar. Masyarakat Gua Shanidar hidup di bukit kaki Gunung Zagros, sedangkan masyarakat Lembah Zawi Chemi Shanidar hidup terpisah \pm 4 km dari kaki Gunung Zagros. Kedua tempat tersebut merupakan tempat pemukiman yang tidak besar. Gua Shanidar yang didiami 30 – 40 orang itu memiliki panjang 45 m, tinggi 8 m, dan lebar bagian terluasnya sekitar 45 m. Lembah Zawi Chemi merupakan tempat perkemahan terbuka orang-orang setengah pengembara. Kedua masyarakat beserta lokasi tersebut menunjukkan titik genting dalam permulaan beternak dan bercocok tanam yang dilakukan manusia purba atau lebih dikenal sebagai “revolusi pertanian” (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

Tanaman pertama yang dibudidayakan oleh manusia adalah rumput liar dari keluarga Gramineae. Mereka telah membudidayakannya sejak 7.500 tahun SM. Salah satu jenis tanaman yang dibudidayakan saat itu adalah gandum. Diduga gandum pertama ditanam di Jarmo, suatu situs penggalian yang berlokasi di sebelah selatan Shanidar dan Zawi Chemi. Situs yang ditemukan di Jarmo bertarikh 6.750 tahun SM. Di tempat ini ditemukan potongan alat-alat pertanian paling tua, seperti sabit batu

api yang digunakan untuk memanen padi-padian, lesung untuk menumpuk biji-bijian, tungku untuk memanggang, dan kualii batu atau kualii tanah liat untuk wadah bubur. Bukti-bukti tadi menunjukkan bahwa tanaman padi-padian bukan dikumpulkan tetapi sengaja ditanam. Tanaman kedua yang dibudidayakan adalah *mahiz* yaitu cikal bakal tanaman jagung sekarang. Tanaman yang menjadi cikal bakal jagung diduga pertama dibudidayakan di daerah Amerika Tengah dan bagian-bagian yang sekarang dikenal dengan Guatemala, Honduras, Nikaragua, dan Kosta Rika. Bangsa yang pertama membudidayakan dan berjasa dalam evolusi jagung hingga menjadi jagung budidaya seperti sekarang adalah bangsa Indian.

Evolusi jagung hingga menjadi jagung konsumsi seperti sekarang ini memakan waktu sekitar 7.000 tahun. Orang Indian pertama menyilangkan jagung purba yang panjangnya sekitar 2,5 cm dan hanya memiliki empat baris biji per tongkol dengan gulma *Tripsacum*, menghasilkan *Teosinte* (gulma mirip jagung). *Teosinte* disilangkan kembali dengan *teosinte*, menghasilkan jagung yang lebih sempurna. Setelah ilmu pengetahuan berkembang, lahirlah jagung-jagung hibrida seperti yang sekarang dikonsumsi (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

2. Zaman Setelah Revolusi Pertanian

Sejak revolusi pertanian, perkembangan pertanian terus mengalami peningkatan. Manusia yang lebih modern mulai mengembangkan teknik perbanyak tanaman yang dipelajarinya

dari kejadian-kejadian alam, seperti stek, cangkok, okulasi, dan merunduk.

- Mereka mengetahui cara menyetek karena melihat batang tanaman yang patah dan jatuh ke tanah dapat mengeluarkan akar, kemudian terus tumbuh.
- Cara mencangkok diketahui karena mereka melihat batang tanaman yang terkelupas akan mengeluarkan akar dan tumbuh.
- Cara okulasi diketahui karena mereka mengamati dua tanaman yang saling berimpitan, batangnya akan menyatu dan tumbuh menjadi batang baru.
- Cara merunduk diketahui karena mereka mengamati tanaman yang batangnya tertimbun tanah akan mengeluarkan akar dan memisahkan diri dari tanaman induknya menjadi tanaman baru.

Sejak perkembangan ilmu pengetahuan mulai maju, ditemukan teknik perbanyakan tanaman yang lebih modern seperti teknik kultur jaringan. Melalui teknik kultur jaringan, bagian tanaman yang kecil bisa menghasilkan tanaman baru dalam jumlah yang lebih banyak hingga mencapai ribuan.

Perbanyakan tanaman sering dilakukan oleh para penangkar tanaman, penjual bibit, atau para hobiis. Bertujuan menghasilkan tanaman baru sejenis yang sama unggul atau bahkan lebih. Caranya dengan menumbuhkan bagian-bagian tertentu dari tanaman induk yang memiliki sifat unggul.

Secara umum, perbanyakan tanaman dapat dilakukan dengan tiga teknik, yaitu perbanyakan secara generatif, vegetatif, dan

generatif-vegetatif. Setiap tanaman memiliki cara memperbanyak yang berbeda dengan tanaman lainnya. Banyak faktor yang menentukan keberhasilan dalam melakukannya. Salah satunya adalah jenis tanamannya itu sendiri. Sebagai contoh, pisang hanya dapat diperbanyak dengan menanam anaknya atau dengan stek akar. Sementara itu, tanaman berkayu seperti durian tidak dapat diperbanyak dengan anakan karena akarnya tidak pernah memunculkan anakan. Oleh karena itu, sebelum melakukan memperbanyak tanaman harus disesuaikan antara cara memperbanyak tanaman yang digunakan dan jenis tanaman yang akan diperbanyak (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

B. Persiapan Melakukan Memperbanyak Tanaman

1. Pohon Induk

Pohon induk adalah tanaman yang dijadikan bahan awal untuk kegiatan memperbanyak tanaman. Pohon induk bisa berasal dari hasil penylangan (hibrida), biji, atau hasil memperbanyak secara vegetatif. Bagian dari pohon induk yang digunakan untuk bahan memperbanyak tanaman bisa berupa biji, akar, batang, atau pucuknya (Anonim, 2009).

2. Syarat Pohon Induk

Pohon induk dipilih dari tanaman yang sudah jelas asal-usul dan keunggulan sifatnya, baik dari segi pertumbuhan, kuantitas, dan kualitas potensi produksi, maupun ketahanannya terhadap serangan hama dan penyakit. Semua kriteria ini harus terpenuhi

karena akan mempengaruhi kualitas bibit perbanyakan yang dihasilkan.

Sangat tidak dianjurkan memakai pohon induk yang sakit karena kemungkinan besar bibit perbanyakan yang dihasilkan juga akan membawa penyakit dari pohon induk. Selain itu, pohon induk juga harus dijaga dari kemungkinan terjadinya penyerbukan silang dengan tanaman lain yang tidak jelas asal-usul dan keunggulan sifatnya. Jika ini terjadi, bibit perbanyakan yang dihasilkan akan memiliki keragaman sifat yang tinggi, tetapi belum tentu semuanya bersifat unggul (Anonim, 2009).

Untuk memperbanyak tanaman keras dan tanaman buah tahunan, pohon induk dipilih dari tanaman yang sudah berbuah sedikitnya lima kali agar diketahui secara pasti keunggulan sifat buahnya.

3. Mendapatkan Pohon Induk

Mendapatkan pohon induk bukanlah pekerjaan yang sulit, karena saat ini sudah banyak penangkar bibit dan toko pertanian yang menjualnya. Pohon induk yang dijual berasal dari tanaman varietas unggul nasional atau varietas komersial. Varietas unggul nasional adalah tanaman yang telah diakui keunggulan sifatnya oleh pemerintah, dan ditetapkan dengan surat keputusan menteri.

C. Bahan Tanaman

Bahan tanaman adalah bagian dari pohon induk yang digunakan untuk memperbanyak tanaman; baik untuk perbanyakan

secara generatif atau untuk memperbanyak secara vegetatif. Bahan tanaman harus berasal dari pohon induk yang sehat dan telah diketahui silsilahnya, mudah dibiakkan, produktivitas tinggi, berbatang kekar, tumbuh normal, serta memiliki perakaran yang kuat, dan bertajuk rimbun (Anonim, 2009).

1. Bahan Tanaman untuk Perbanyak secara Generatif

Bahan tanaman yang digunakan adalah biji. Biji yang dipilih yang berukuran besar, bernas atau padat, warnanya mengkilap, bentuknya normal dan sempurna, serta segar dan sehat. Biji dengan spesifikasi seperti ini berasal dari buah yang tua atau matang di pohon. Sementara itu, pemilihannya juga disesuaikan dengan tujuan memperbanyak dan jenis tanamannya.

2. Bahan Tanaman untuk Perbanyak Tanaman secara Vegetatif

Bahan tanaman untuk memperbanyak secara vegetatif sebaiknya berasal dari pohon induk yang telah diketahui keturunannya, tingkat pertumbuhan, serta kualitas dan kuantitas produksi (buah, kayu, getah, dll). Untuk stek, bagian vegetatif yang digunakan adalah batang, daun, akar, atau umbi. Untuk cangkokan, rundukan, atau sambung susuan, bagian vegetatif yang digunakan adalah pohon induk secara keseluruhan. Sementara itu, bagian vegetatif yang digunakan untuk okulasi dan sambungan adalah entres, yakni cabang yang diambil dari bagian pucuk pohon induk.

3. Bahan Tanaman untuk Perbanyak Tanaman secara Generatif Vegetatif

Bahan tanaman untuk perbanyak tanaman secara generatif vegetatif adalah campuran dari dua bahan tanaman, yaitu bibit asal biji dan bagian vegetatif seperti mata tunas atau pucuk dari tanaman lain. Bibit asal biji dijadikan batang bawah untuk menopang pertumbuhan bagian vegetatif yang dijadikan sebagai batang atas.

Selanjutnya untuk mengetahui teknik perbanyak tanaman secara mendetail akan dijelaskan pada uraian berikut ini.

II. PERBANYAKAN TANAMAN

A. Perbanyak Tanaman secara Generatif

Salah satu perbanyak tanaman yang paling mudah dilakukan secara massal dan biayanya murah adalah perbanyak tanaman melalui biji atau lebih dikenal sebagai perbanyak tanaman secara generatif. Perbanyak tanaman secara generatif dilakukan dengan menanam biji tanaman tertentu hingga menghasilkan tanaman baru yang lebih banyak. Perbanyak tanaman secara generatif banyak dilakukan oleh hewan-hewan pemakan buah-buahan atau biji-bijian, seperti monyet, rusa, burung, kelelawar, dan lain-lain. Perbanyak generatif yang menghasilkan spesies dan kultivar baru biasa dibantu oleh angin dan serangga melalui penyerbukan silang antar spesies tanaman.

Perbanyak tanaman secara generatif dilakukan dengan menggunakan benih yang harus disemaikan terlebih dahulu pada media tabur yang telah disterilisasi, kemudian setelah berkecambah disapih ke media pertumbuhan. Media tabur yang biasa digunakan adalah pasir sungai sedangkan media pertumbuhan berupa campuran tanah dan kompos.

Perbanyak tanaman secara generatif memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan perbanyak tanaman secara generatif sebagai berikut:

1. Tanaman baru bisa diperoleh dengan mudah dan cepat.
2. Biaya yang dikeluarkan relatif murah.
3. Umur tanaman lebih lama.

4. Tanaman yang dihasilkan memiliki perakaran lebih kuat, karena tanaman yang dihasilkan dari biji memiliki akar tunggang, terutama tanaman keras.
5. Varietas-varietas baru diperoleh dari persilangan.

Kelemahan perbanyakan tanaman secara generatif adalah sebagai berikut:

1. Tanaman baru yang dihasilkan belum tentu memiliki sifat unggul seperti tanaman induknya.
2. Varietas baru yang muncul belum tentu baik.
3. Waktu berbuah lebih lama.
4. Kualitas tanaman baru diketahui setelah tanaman berbuah.

Saat ini, perbanyakan tanaman secara generatif masih banyak dilakukan terutama untuk menghasilkan jenis-jenis tanaman baru yang memiliki kualitas bagus dengan cara penyilangan.

Perbanyakan tanaman secara generatif (melalui biji) merupakan metode dasar perbanyakan tanaman di daerah sedang (*temperate*) sebagaimana halnya di daerah tropis. Biji mempunyai keunikan dalam perkembangbiakan dan perbanyakannya (Schmidt, 2000), karena:

1. Biji mempunyai susunan genetik yang unik, yang dihasilkan dari pencampuran materi genetik (dengan persilangan di antara kromosom selama proses meiosis dalam ovula dan tepung sari dan kombinasi gamet selama proses pembuahan). Hasilnya adalah variasi genetik dari keturunannya, yang selanjutnya meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan.

2. Biji biasanya dihasilkan dalam jumlah besar dan mudah tersedia setiap tahun atau pada interval waktu yang lebih panjang.
3. Biji (biasanya) merupakan suatu bentuk tanaman yang kecil, mengandung hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman kecuali biji rekalsitran, biasanya biji lebih resisten terhadap kerusakan dan tekanan lingkungan daripada bahan vegetatif.
4. Kebanyakan biji dapat disimpan dalam waktu yang lama pada kondisi dingin dan kering.

Ilmu pengetahuan biologi biji mencakup perkembangan dan fisiologi sampai biji berkecambah atau gagal tumbuh. Pengetahuan biologi biji penting untuk pengelolaan sumber benih yang benar sebagaimana penanganan benih itu sendiri.

Dalam konteks regenerasi, hanya satu biji tumbuh (atau dua, jika jenisnya *dioecious*/berumah dua) dan diperlukan untuk menggantikan pohon induk. Sedangkan pohon induk dapat memproduksi biji dalam jumlah yang berlimpah. Pohon *Eucalyptus camaldulensis* yang sudah dewasa dapat menghasilkan jutaan biji bahkan lebih per tahun sampai ratusan tahun. Produksi benih per tahun dapat menghutankan beberapa ratus hektar. Meskipun produksi benih lebih rendah pada kebanyakan jenis lain, namun hal ini bukan merupakan faktor pembatas dalam regenerasi (permudaan) alami. Setiap benih berpotensi menjadi pohon yang tumbuh dewasa, tetapi di alam, kebanyakan benih yang dihasilkan akan mati/tidak tumbuh, karena: gagal tersebar, dimakan binatang, serangan hama dan penyakit, kemunduran secara alami, kegagalan berkecambah, dan lain-lain.

Pada penanganan benih tanaman hutan, yang diinginkan adalah terkumpulnya sebanyak mungkin benih yang mampu berkecambah dan tumbuh. Tujuan penanganan benih adalah untuk mendapatkan keberhasilan tumbuh yang tinggi. Penanganan benih mencakup serangkaian prosedur yang dimulai dengan seleksi sumber benih dengan kualitas terbaik, pengumpulan, pemrosesan, penyimpanan benih, perlakuan awal terhadap perkecambahan. Setiap rangkaian proses ini mengandung risiko kegagalan, dan setiap rangkaian tersebut adalah sama pentingnya (meskipun tidak sama sensitivitasnya). Jika benih mati karena penanganan yang tidak hati-hati selama pengumpulan dan pemrosesan, meskipun penyimpanan sangat baik, kondisi perlakuan awal atau perkecambahan tidak akan dapat menghidupkannya kembali. Jika benih mati selama prosedur penanganan berlangsung, seluruh usaha yang dilakukan sebelumnya akan sia-sia. Meskipun demikian, beberapa prosedur penanganan menjadi mahal jika kegagalan tidak ditolerir selama proses tersebut. Dalam beberapa kasus, akan lebih ekonomis jika mengumpulkan benih sebanyak mungkin, yang sebagian darinya akan mati, daripada mencoba menyelamatkan semuanya. Keseimbangan ini harus dipertimbangkan dalam setiap keadaan.

Keseluruhan proses penanganan benih dimulai dari pengumpulan benih berkualitas, baik fisiologis maupun genetik. Kualitas genetik benih akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dalam jangka panjang. Oleh karena biaya operasional penanganan benih hampir sama antara benih berkualitas dengan

yang tidak diketahui asal usul genetisnya, maka penanganan yang lebih mahal pun akan lebih baik jika digunakan benih yang berkualitas

Permasalahan pengadaan dan teknologi perbenihan seringkali membatasi penggunaan jenis tertentu. Persemaian cenderung digunakan untuk memelihara jenis yang benihnya mudah diperoleh dan mudah dikembangkan dari benih, serta tidak memerlukan biaya yang tinggi. Akan sulit meningkatkan harga semai untuk menutup tambahan biaya pengeluaran di persemaian; semai seringkali dijual pada harga yang relatif sama tanpa memperdulikan berapa besar usaha yang dilakukan untuk penanganannya. Salah satu sebab mengapa ekaliptus begitu populer adalah mudahnya pengumpulan benih dan rendahnya biaya pengeluaran di persemaian.

Untuk beberapa jenis, kelangkaan benih, kesulitan pengumpulan, viabilitas rendah dan/atau permasalahan ekstraksi, dormansi atau penanganan lain yang sulit, membatasi penggunaannya dalam program penanaman. Sebagai contoh, pada *Agathis* spp., produksi benih seringkali rendah dan pengumpulannya sulit dilakukan karena buah tunggal tersebar di seluruh tajuk, yang menyebabkan pengumpulan benihnya banyak membutuhkan tenaga kerja.

Viabilitas benih seringkali menjadi pembatas bila benih akan ditanam jauh dari induknya. Untuk kasus pengangkutan antar negara (antar daerah), jenis yang viabilitasnya pendek sangat mudah menurun kualitasnya, meskipun menggunakan transportasi yang efisien. Permasalahan tersebut tidak hanya mempengaruhi

proses introduksi suatu jenis ke daerah baru, tetapi juga mempengaruhi pertukaran materi genetik antar negara.

Banyak kemajuan diperoleh dalam penanganan benih hutan tropis. Permasalahan dormansi kulit benih sebagian besar telah teratasi, meskipun untuk perlakuan awal pada kebanyakan jenis masih perlu penyesuaian. Permasalahan penyimpanan pada benih rekalsitran belum (dan mungkin tidak akan pernah teratasi), tetapi penelitian terakhir menunjukkan bahwa sifat rekalsitran benih, merupakan sifat yang lebih kompleks daripada yang dijelaskan sebelumnya; beberapa permasalahan yang berkaitan dengan rekalsitransi dapat juga terkait dengan keortodokan yang sulit dan beberapa terkait dengan permasalahan kematangan buah. Pada beberapa jenis, tindakan yang memadai seperti waktu pengumpulan yang tepat dan kondisi penyimpanan yang baik dapat memperpanjang masa penyimpanan. Fisiologi biji dan sifat lain pada pada kebanyakan jenis tanaman sudah diketahui dan terdokumentasi, termasuk beberapa jenis dari daerah tropis dan subtropis.

1. Menyiapkan Biji

Buah dan benih yang baru saja dikumpulkan, sangat rentan terhadap kerusakan, karena biasanya mempunyai kadar air sangat tinggi. Oleh sebab itu penanganan pasca panen harus dilakukan secara benar untuk menghindari penurunan mutu (deteriorasi).

Kerentanan dan kecepatan penurunan mutu akan tergantung pada:

- Jenis
- Kondisi benih pada saat pengumpulan, dan
- Keadaan lingkungan.

Umumnya, lebih cepat benih diproses, akan lebih baik, sehingga benih harus diangkut secepat mungkin ke tempat pemrosesan benih, tempat dilakukannya penanganan lebih lanjut. Jika pengumpulan dilakukan di daerah yang berdekatan dengan tempat pemrosesan, maka benih dapat diangkut setiap hari, dan prosedur penanganan di lapangan tidak perlu dilakukan. Tingkat pemrosesan di lapangan ditentukan oleh urgensi pengurangan berat/volume dan pertahanan viabilitasnya. Tujuan pemrosesan di lapangan tidak untuk memperoleh benih bersih yang dapat disimpan langsung, tetapi agar benih dan buah dapat berkurang campurannya sehingga pengangkutan ke pusat pemrosesan benih lebih efisien dan ekonomis.

Buah umumnya memakan tempat bila dibandingkan dengan biji/benih, sebagai contoh, buah *Casuarina equisetifolia* yang beratnya sekitar 3 gram, berisi benih 0,08 gram atau 2,5% dari berat buah. Pada kebanyakan jenis ekaliptus, berat benihnya 2 – 4% dari berat buah. Bahkan jika dihitung berdasarkan volume akan ditemui perbedaan besar dalam kaitannya dengan transportasi. Sebagai contoh, 10 liter kapsul, bersama daun dan bagian ranting jenis *Eucalyptus camaldulensis* menghasilkan sekitar 40 – 60 ml benih murni atau hanya 0,50% volumenya. Pengurangan berat dengan cara pelepasan daging buah sangat nyata mengurangi, sekitar 40 – 60%, jika diperhitungkan pada berat dan volume.

Pada umumnya, ranting, daun, dan bagian lain merupakan bahan yang tidak bermanfaat untuk diangkut dan disimpan, bahkan akan menyebabkan kerusakan dan penurunan viabilitas benih karena lembab dan mungkin juga mengandung penyakit. Sebaiknya bahan lain selain benih harus dibuang, karena dapat mengurangi berat dan menimbulkan kerusakan benih. Namun demikian, jenis tanaman berbuah kecil seperti ekaliptus, bagian ranting dalam jumlah sedikit biasanya tetap diikutkan bersama dengan buah pada tingkat ini karena akan menambah ruang antar buah sehingga memperbaiki aliran udara.

Ekstraksi benih dari buah *dehiscent* seperti pada kebanyakan polong-polongan, Myrtaceae dan konifer, sering sangat mudah dan cepat untuk dikerjakan di lapangan, ketika kondisi cuaca cerah dan kering. Buah masak jenis ini umumnya akan membuka dan mengeluarkan benih ketika dikeringkan dan terkadang diperlukan sedikit gerakan mekanis. Jika benih sudah terlepas, buah kosong dan kotoran dapat disingkirkan dan dibuang secara manual.

Perlu tidaknya benih dari buah *indehiscent* untuk diekstraksi tergantung pada kemudahannya. Buah *indehiscent* yang memerlukan prosedur ekstraksi khusus, seperti suhu tinggi atau pengeringan, umumnya tetap menempel setelah pengeringan, dan ekstraksi dapat dilakukan di pusat pemrosesan.

Pengurangan campuran pada buah berdaging dapat dilakukan dengan membuang serat daging buah, suatu prosedur yang juga berfungsi menghindari terjadinya fermentasi pada serat daging buah yang menyebabkan penurunan viabilitas.

Banyak jenis benih yang lebih mudah rusak jika diekstraksi, misalnya benih rekalsitran dan benih berkulit tipis yang mudah sobek. Pengurangan berat dengan ekstraksi harus dilakukan secara hati-hati, untuk menghindari hilangnya viabilitas. Buah yang akan diperam jangan diekstraksi, tetapi dipertahankan lembab selama penanganan di lapangan.

Kebanyakan kerusakan pada benih karena perlakuan awal di lapangan sangat erat hubungannya dengan kandungan kadar air. Sehingga, penanganan kadar air benih yang benar dapat membatasi terjadinya kerusakan. Kandungan kadar air 10 – 20% pada waktu pengumpulan adalah normal pada kebanyakan benih jenis ortodoks. Benih ortodoks yang belum masak dan benih rekalsitran yang belum masak, kandungan kadar airnya sangat tinggi, dapat mencapai 30 – 45%. Kadar air, baik pada serat daging buah, pada buah kering yang belum masak pada buah yang dikumpulkan ketika cuaca lembab, atau benih yang secara alamiah berkadar air tinggi pada saat masak (benih rekalsitran) sangat berisiko untuk mengalami kerusakan. Kadar air tinggi merupakan lingkungan ideal bagi pertumbuhan jamur dan bakteri.

Kebanyakan benih ortodoks kering toleran terhadap suhu yang umum ditemui di lapangan. Tetapi untuk jenis yang sensitif terhadap suhu yang dialami ketika atau setelah melewati satu malam di daerah tinggi akan dapat berakibat fatal. Suhu tinggi dapat berakibat jika benih diletakkan di bawah sinar matahari langsung, atau disimpan dalam kendaraan, lembaran atau kantung plastik di bawah sinar matahari langsung. Overheating (pemanasan

berlebihan) dapat membunuh organisme mikro seperti mikoriza dan rhizobia, seringkali terkumpul bersama-sama dengan benih.

Pada kebanyakan buah berdaging basah, daging buah yang ada dibuang untuk menghindari fermentasi. Meski demikian, penyimpanan jangka pendek buah berdaging basah yang prematur (belum masak), buah yang berdaging relatif kering seperti *Ziziphus mucronata*, *Grewia spp* mungkin tidak memerlukan depulping (pembuangan daging buah berserat).

Setelah biji dikeluarkan dari buah atau polongnya bersihkan daging buah dari lendir yang menempel agar tidak menjadi tempat tumbuhnya jamur. Untuk biji berukuran besar, pembersihan cukup dilakukan dengan mencucinya menggunakan air bersih. Sementara itu untuk biji berukuran kecil atau biji yang terbungkus lapisan pembungkus (*pectin*) pembersihan dilakukan dengan meremas-remasnya menggunakan abu gosok sampai lendirnya hilang, lalu dicuci dengan air bersih.

Setelah bersih, biji diseleksi dengan melihat penampakan fisiknya. Biji yang memenuhi syarat sebagai benih adalah yang padat dan bernas, bentuk dan ukurannya seragam, permukaan kulitnya bersih, serta tidak cacat. Kemudian, biji hasil seleksi fisik direndam dalam air. Pilih biji yang tenggelam, karena ini menandakan daya kecambahnya lebih tinggi dibandingkan dengan biji yang terapung. Biji-biji inilah yang digunakan untuk memperbanyak tanaman secara generatif. Kemudian, untuk mencegah serangan penyakit, rendam biji di dalam larutan fungisida dan bakterisida seperti Benlate atau Dithane dengan dosis

2 – 3 gram/liter air. Bisa juga menggunakan larutan formalin 4%, atau sublimat 1% dengan dosis sesuai dengan aturan yang tertera di label kemasan.

Jamur tidak dapat dihilangkan dengan tuntas, tetapi dengan mengusahakan agar peralatan dan wadah dalam keadaan kering dan bersih, maka perkembangan jamur dapat dikendalikan.

Ada beberapa tanaman yang harus segera disemai setelah dipetik atau dikeluarkan dari buah atau polongnya. Biji-biji seperti ini dikenal dengan biji *rekalsitran*, yaitu biji yang daya kecambahnya akan menurun jika disimpan terlalu lama atau bahkan tidak akan tumbuh jika dikeringkan. Jenis-jenis dari suku *Dipterocarpaceae* termasuk ke dalam kelompok ini. Contoh yang lain adalah biji kemiri, mimba, mahoni, dan lain-lain.

Lain daripada itu, ada juga biji-biji yang tetap berdaya kecambah tinggi walaupun sudah dikeringkan sampai kadar airnya 5 – 10%, dan disimpan dalam waktu lama. Asalkan dikemas dengan baik dan selalu terjaga suhu dan kelembabannya. Biji-biji seperti ini disebut biji *ortodoks*. Yang termasuk dalam kelompok ini contohnya jati dan sengon.

Meskipun kata rekalsitran dan ortodoks relatif jelas perbedaannya, fisiologi penyimpanan benih meliputi spektrum yang luas, bervariasi dari sangat rekalsitran, yang viabilitasnya hilang dalam beberapa hari, sampai yang sangat ortodoks dimana dalam kondisi optimal benih tetap hidup setelah berpuluh-puluh tahun bahkan berabad-abad. Benih rekalsitran bervariasi tergantung suhunya, benih rekalsitran tropis normalnya peka pada suhu

rendah, sementara benih rekalsitran beriklim sedang dapat disimpan pada suhu mendekati atau di atas titik beku. Tetapi pemisahan klimatis ini tidak selalu berlaku.

Suatu grup jenis yang dapat dikeringkan sampai kadar air cukup rendah sesuai klasifikasi ortodoks, tetapi peka pada suhu rendah sebagai ciri benih rekalsitran disebut “intermediate”. Contohnya adalah *Swietenia macrophylla*. Kelompok transisi lainnya sering disebut sub-ortodoks dan sub-rekalsitran. Sebagai contoh benih ortodoks biasanya responsif terhadap penurunan kadar air dengan penambahan viabilitasnya (setiap penurunan 1% kadar air daya simpan meningkat 2 kali pada rentang kadar air normal). Hal ini berlaku untuk pengurangan kadar air hingga 4 – 5% tergantung jenis. Pengeringan lanjutan tidak akan menambah daya simpan. Akan tetapi beberapa jenis ortodoks tidak dapat bertahan di bawah kadar air minimum tertentu pada semua suhu penyimpanan. Dickie dan Smith (1995) menemukan bahwa kadar air kritis, untuk *Agathis australis* dan *A. macrophylla* masing-masing adalah 5% dan 7% (di bawah kadar tersebut viabilitas benih akan mengalami penurunan). Kedua jenis ini disebut sub-ortodoks.

Di daerah tropis dan sub tropis, rekalsitran biasanya berhubungan dengan iklim basah dan strategi regenerasi jenis-jenis non pionir. Famili yang hanya terdapat di hutan tropis basah klimaks seperti Dipterocarpaceae, terdiri dari hampir seluruhnya rekalsitran atau intermediate. Hanya sedikit jenis rekalsitran di daerah kering tropis kecuali *Dobera glabra* dan *Azadarachta*

indica, meskipun jenis yang terakhir menjadi lebih ortodoks di daerah kering (Schmidt, 2000).

Tabel 1.1. Beberapa Sifat Benih Ortodoks dan Rekalsitran

	Ortodoks	Rekalsitran
Keadaan Alami	Dominan di lingkungan arid dan semi arid serta pionir di iklim basah, juga banyak dijumpai di iklim sedang dan dataran tinggi tropis	Banyak dijumpai di iklim panas dan lembab khususnya hutan klimaks dari hutan tropis basah dan mangrove, juga dijumpai di daerah iklim sedang dan beberapa jenis daerah kering
Famili dan genus dengan sifat-sifat penyimpanan tertentu	Myrtaceae, Leguminosae, Pinaceae, Casuarinaceae	Dipterocarpaceae, Rhizophoraceae, Meliaceae, Artocarpus, Araucaria, Triplochiton, Agathis, Syzygium, Quercus
Kadar air benih dan suhu penyimpanan	Toleran terhadap pengeringan dan suhu rendah, kadar air penyimpanan 5 – 7% dengan suhu 0 – 20°C, sedangkan untuk <i>Cryopreservasi</i> kadar air 2 – 4% dan suhu -15 s/d -20°C	Tidak toleran terhadap pengeringan dan suhu rendah (kecuali beberapa jenis rekalsitran iklim sedang). Tingkat toleransi tergantung jenis, biasanya 20 – 35% dan 12 – 15°C untuk jenis tropis
Potensi waktu penyimpanan	Dengan kondisi penyimpanan optimal beberapa tahun untuk kebanyakan jenis hingga puluhan tahun	Dari beberapa hari untuk rekalsitran ekstrim sampai beberapa bulan untuk yang lebih toleran

	untuk yang lainnya	
Karakteristik benih	Kecil hingga medium seringkali dengan kulit biji keras	Umumnya medium hingga besar dan berat
Karakteristik kemasakan	Penambahan berat kering berhenti sebelum masak. Kadar air turun hingga 6 – 10% saat masak dengan variasi kecil diantara individu benih	Penambahan berat kering terjadi sampai saat benih jatuh. Kadar air pada saat masak 30 – 70% dengan variasi besar diantara individu benih
Dormansi	Dormansi sering terjadi	Tidak ada dormansi atau lemah. Kemasakan dan perkecambahan terjadi dalam selang waktu yang singkat
Metabolisme pada saat masak	Tidak aktif	Aktif

Sumber: Schmidt (2000)

Pada penanganan benih terminologi “biji” umumnya menjelaskan unit yang dikeluarkan buah dan ditangani sebagai unit selama penyimpanan, perlakuan, dan penaburan. Selama proses pengolahan benih, beberapa bagian seperti sayap, kemungkinan dengan sengaja lepas atau terlepas/hilang.

Schmidt (2000) memberikan beberapa ukuran dalam identifikasi benih, sebagai berikut:

- 1) **Berat benih.** Berat benih merupakan jumlah benih per satuan berat, misalnya per gram, 100 gram atau kilogram, atau berat per 100 benih. Berat benih sering bervariasi di dalam jenis yang sama disebabkan karena perbedaan genetik dan

lingkungan. Pengolahan seperti pemotongan sayap dan pengeringan akan mempengaruhi berat benih.

- 2) **Ukuran benih.** Pada benih yang tidak bulat (*non globous*), panjang, lebar, dan ketebalan benih serta variasinya, biasanya dijelaskan di dalam buku panduan tentang flora dan perbenihan. Ukuran benih bervariasi khususnya pada benih yang memiliki bagian-bagian lain seperti sayap.
- 3) **Warna.** Sebagian besar benih yang masak berwarna kekuningan, kecoklatan, warna lain seperti merah (misalnya *Erythrina* spp), hitam (*Acasia mearnsii*) atau putih (*Antiaris toxicaria*) jarang dijumpai dan biasa bersifat diagnostik. Perbedaan warna seperti pada bagian *hilum* atau *pleurogramme* pada benih legum merupakan sifat yang penting. Juga warna pada bagian ikutan seperti *aril* (misal *Afzelia*) atau *funicle* yang kuat (misal *Acasia* asal Australia) merupakan sifat jenis yang khas.
- 4) **Bentuk.** Sangat sedikit benih yang memiliki bentuk globular yang simetris (contoh *Strombosia scheffleri* dan *Juglans* spp.), dan bentuk benih seringkali digunakan sebagai salah satu sifat diagnostik. Banyak istilah botani yang digunakan untuk bentuk benih seperti *globose*, *sub-globose*, *oblong* dan *orbicular*. Ukuran dan bentuk dari bagian ikutan seperti sayap dan rambut seringkali bersifat khas tetapi dapat rusak atau terlepas selama pengolahan benih.
- 5) **Permukaan.** Struktur dari permukaan luar merupakan ciri lain yang digunakan untuk identifikasi benih. Untuk benih

berukuran sangat kecil seperti *Eucalyptus*, seringkali merupakan ciri utama. Pada benih seperti itu, pembesaran sering dibutuhkan untuk mengetahui struktur secara detail. Permukaan benih sangat bervariasi dari sangat licin dan mengkilap seperti *Casuarina* sampai dengan besar dan berserat seperti kelapa. Istilah botani yang lain adalah licin, berkerut, bergelombang (ribbed), dan berbulu. Penampakan luar pada beberapa benih dapat berubah selama pengolahan benih dilakukan, misalnya hilangnya bulu.

- 6) **Ciri Morfologis yang lain.** Letak dan ukuran dari raphe (*Craton megalocarpus*, *Prunus africana*), pleogramme (Leguminosae), caruncle, hilum dan microphyle juga merupakan sifat yang penting.
- 7) **Struktur dalam benih/kulit buah, dan embrio.** Pemotongan benih/buah menampakkan sifat lapisan pelindung seperti ketebalan dan kekerasan, yang merupakan sifat yang khas. Penampakan dalam dari embrio dengan endosperm atau perisperm dan ketebalan benih sangat penting bagi beberapa jenis, khususnya pada tingkat genus.

2. Dormansi dan Perlakuan Pendahuluan

Ada kalanya biji yang disemai lambat berkecambah. Bahkan tidak berkecambah sama sekali, walaupun media semainya sudah cocok. Hal ini disebabkan oleh dormansi, yaitu keadaan terbungkusnya lembaga biji oleh lapisan kulit atau senyawa tertentu. Sebenarnya, dormansi merupakan cara embrio biji

mempertahankan diri dari keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan, tetapi berakibat pada lambatnya proses perkecambahan.

Dormansi benih menunjukkan suatu keadaan dimana benih-benih sehat (*viable*) gagal berkecambah ketika berada dalam kondisi yang secara normal baik untuk perkecambahan, seperti kelembaban yang cukup, suhu dan cahaya yang sesuai. Dormansi telah berkembang sebagai suatu strategi untuk mencegah perkecambahan di bawah kondisi di mana kemungkinan hidup kecambah atau anakan rendah.

Ada beberapa tingkatan dormansi bervariasi dari yang sangat ringan sampai sangat kuat. Kadang-kadang perkembangan atau tingkat dormansi berubah selama masa hidup benih, biasanya sebagai reaksi atas kondisi eksternal. Dengan demikian, dormansi mungkin berasal dari pembawaan, berkembang, rusak, dan berkembang kembali di dalam benih.

Ada beberapa tipe dari dormansi, dan kadang-kadang lebih dari satu tipe terjadi di dalam benih yang sama. Di alam, dormansi dipatahkan secara perlahan-lahan atau oleh suatu kejadian lingkungan yang khas. Tipe dari kejadian lingkungan yang dapat mematahkan dormansi tergantung pada tipe dormansi. Dormansi yang disebabkan oleh kulit biji yang keras dapat diatasi melalui pengikisan perlahan-lahan atau sekejap, dan dormansi kondisi gelap dapat dipatahkan dengan cahaya. Dalam penanganan benih mekanisme pematangan dormansi secara alami diberikan selama proses perlakuan awal atau pendahuluan (*pre treatment*).

Dormansi benih dapat menguntungkan atau merugikan dalam penanganan benih. Keuntungannya adalah bahwa dormansi mencegah benih dari perkecambahan selama penyimpanan dan prosedur penanganan lain. Sesungguhnya benih-benih yang tidak dorman seperti benih rekalsitran dari hutan hujan tropis sangat sulit untuk ditangani, karena perkecambahan dapat terjadi selama pengangkutan atau penyimpanan sementara. Di satu sisi, bila dormansi sangat kompleks atau benih membutuhkan perlakuan awal yang khusus, kegagalan untuk mengatasi masalah ini dapat berakibat kegagalan perkecambahan. Daya kecambah yang rendah dari benih yang sehat dan baik yang ditunjukkan oleh pengujian TTZ atau pembelahan dapat disimpulkan sebagai dormansi. Benih yang tidak mendapat perlakuan awal yang sesuai untuk mengatasi dormansi dapat gagal berkecambah sama sekali atau berkecambah dengan lambat atau perkecambahan individu benih dalam suatu lot benih dapat terjadi pada periode yang panjang.

Tujuan perlakuan awal adalah untuk menjamin bahwa benih akan berkecambah, dan bahwa perkecambahan berlangsung cepat dan seragam. Metode perlakuan awal telah dikembangkan dan digunakan untuk berbagai jenis. Sampai saat ini, dormansi masih menyebabkan rendahnya daya kecambah beberapa jenis tropis, sebagian karena kurangnya pengetahuan tentang fisiologi benih, sebagian lainnya karena keragaman dalam tingkat dormansi. Metode perlakuan awal sering harus disesuaikan dengan individu jenis dan lot benih berdasarkan pengalaman dan percobaan-percobaan. Pengetahuan tentang biologi dan fisiologi dari dari

berbagai tipe dormansi dan hubungannya dengan biologi permudaan dapat memberikan indikasi sifat biologis benih dan metode perlakuan awal yang diperlukan. Selanjutnya, jenis yang berkerabat secara taksonomi sering memiliki tipe dormansi yang sama, misalnya dormansi fisik pada legum dan dormansi suhu pada pinus.

Perlakuan awal umumnya dilakukan sesaat sebelum penaburan, misalnya setelah penyimpanan karena dormansi umumnya memperpanjang daya simpan. Beberapa tipe dormansi juga dapat muncul kembali bila perlakuan awal dilakukan terlalu dini, dan perlakuan awal dan kondisi perkecambahan saling berhubungan.

Beberapa prosedur perlakuan awal tidak secara langsung berhubungan dengan dormansi, tetapi dilakukan untuk mempercepat proses perkecambahan atau memacu pertumbuhan anakan. Beberapa hormon dan senyawa nitrogen dapat mematahkan dormansi, dan secara bersamaan dapat berpengaruh terhadap perkecambahan.

Dormansi telah berkembang sebagai suatu strategi untuk mengatasi situasi dimana benih berada pada kondisi yang mendukung perkecambahan tetapi kondisi untuk bertahan dan tumbuh tidak menguntungkan. Tipe dan derajat dormansi adalah gambaran kondisi ekologis tersebut. Berikut gambaran hubungan antara dormansi dengan lingkungan:

- a) Benih dari kebanyakan jenis daerah beriklim sedang, seperti *Fagus*, *Quercus* dan *Pinus*, masak pada awal atau akhir musim

gugur. Kondisi tanah (kelembaban dan suhu) umumnya menguntungkan perkecambahan pada saat benih jatuh dari pohon, tetapi perkecambahan dapat berakibat fatal bagi anakan karena suhu rendah pada musim dingin. Dormansi yang dalam hal ini diatasi dengan suhu rendah, mencegah benih dari berkecambah sampai musim semi ketika kondisi untuk tumbuh jauh lebih baik.

- b) Lantai hutan hujan tropis yang lembab menyediakan kondisi yang mendukung perkecambahan banyak jenis. Walaupun demikian, jenis pionir yang membutuhkan cahaya tidak akan dapat bertahan di bawah naungan. Permudaannya dibantu melalui terbentuknya celah pada tajuk. Cahaya dan suhu harian yang berfluktuasi merupakan dua faktor yang diakibatkan oleh terbentuknya celah (gap/rumpang). Kedua faktor tersebut dapat mematahkan dormansi dan memicu perkecambahan jenis pionir.
- c) Benih yang berada di bawah kondisi lapisan tanah yang tebal, mungkin tidak mampu mencapai permukaan tanah selama perkecambahan. Benih semacam itu dapat tetap hidup dan dorman, dan hanya berkecambah jika lapisan tanah terbuka. Fluktuasi suhu dan cahaya merupakan faktor yang memicu perkecambahan.
- d) Di daerah kering, percikan hujan gerimis yang tidak teratur mungkin cukup untuk merangsang benih menyerap air dan berkecambah, tetapi tidak memberikan kelembaban yang cukup untuk tumbuh. Benih dengan tingkat dormansi yang

berbeda atau dormansi yang secara perlahan-lahan dipatahkan melalui faktor-faktor lingkungan, seperti pengikisan kulit biji yang keras, benih dapat diselamatkan sehingga kelak dapat berkecambah bila keadaan menguntungkan.

- e) Di daerah yang rentan kebakaran, pertumbuhan anakan sangat meningkat setelah kebakaran. Oleh sebab itu, banyak jenis pohon dari daerah tersebut seperti legum, pinus, ekaliptus, mengembangkan dormansi yang hanya dapat dipatahkan melalui suhu tinggi.

Mangrove adalah contoh yang paling menarik tentang ketiadaan dormansi sebagai hasil interaksi antara lingkungan dan tumbuhan. Pada jenis mangrove, perkecambahan merupakan proses yang berkelanjutan dari kematangan benih. Jenis klimaks dari hutan hujan tropis jarang mempunyai dormansi; benihnya beradaptasi untuk berkecambah dengan cepat di lantai hutan dimana mereka dapat bertahan hidup untuk waktu yang lama sambil menunggu kondisi cahaya yang menguntungkan untuk perkecambahan. Dormansi benih pada jenis hutan klimaks biasanya terkait dengan penyebaran

Berikut ini jenis-jenis dormansi biji dan cara mengatasinya.

a. Dormansi Fisik

Dormansi fisik sering terjadi pada biji tanaman sayur dan beberapa tanaman kehutanan seperti sengon, akasia, jambu mete, dan kaliandra. Penyebabnya adalah kulit biji tidak dapat dilewati air. Cara mengatasinya, siram dan rendam biji dalam air panas selama 2 – 5 menit sampai kulit biji menjadi lebih lunak.

Kemudian, rendam biji di dalam air dingin selama 1 – 2 hari agar air dapat menembus pori-pori kulit dan sampai ke embrionya.

b. Dormansi Mekanis

Dormansi mekanis sering terjadi pada biji ulin, jati, kemiri, kenari, dan mangga. Penyebabnya adalah kulit biji yang terlalu keras sehingga sulit ditembus calon akar (*radikula*) dan calon tunas (*plumula*). Pada biji mangga, dormansi ini dapat diatasi dengan menyayat dan membuang kulit bijinya. Sementara itu pada biji yang terbungkus tempurung seperti biji ulin, kemiri dan kenari dapat diatasi dengan membuat tempurungnya menjadi lebih tipis, rusak atau retak agar mudah ditembus oleh calon akar dan calon tunas. Caranya dengan mengetok-pukul, mengikir-asah, menggesekkan pada lantai kasar, menggesek menggunakan kertas pasir/amplas, atau dengan membakarnya sebelum disemai. Pada biji jati, dormansi dapat diatasi dengan cara disangrai (menggoreng tanpa minyak), atau dengan cara diperam.

c. Dormansi Kimia

Dormansi kimia sering terjadi pada biji yang mengandung lapisan pektin seperti biji pepaya. Penyebabnya adalah adanya kandungan zat tertentu di dalam biji yang menghambat perkecambahan. Cara mengatasi, rendam biji di dalam larutan Atonik dengan dosis 1 cc/2 liter air selama 1 jam. Kemudian peram biji dengan gulungan kain basah selama 24 jam.

3. Penyemaian Biji

Biji dapat disemai secara massal atau disemai satu per satu. Jika disemai massal, wadah yang digunakan adalah bedengan. Jika disemai satu per satu wadah yang digunakan adalah wadah-wadah kecil seperti kotak kayu, *polybag*, pot plastik, keranjang kayu (besek), atau gelas bekas kemasan air mineral.

a. Penyemaian di Bedengan

Biji yang biasa disemai di bedengan adalah biji yang berukuran besar, seperti biji buah-buahan mangga, avokad, nangka, cempedak, durian, atau tanaman kehutanan yang diperlukan dalam jumlah besar, sehingga tidak efisien jika disemai di dalam wadah-wadah kecil.

Lahan untuk bedeng semai dipilih yang permukaan tanahnya relatif datar, sistem drainasenya baik, dan dekat dengan sumber air untuk penyiraman. Kemudian, tanah diolah dengan cara dicangkul sedalam 25 – 30 cm, lalu haluskan dan bersihkan dari gulma, sampah, serta bebatuan. Setelah itu, buat bedeng semai dengan lebar 100 cm, tinggi 30 cm, dan panjang 500 cm atau disesuaikan dengan kebutuhan dan luas lahan.

Sebaiknya bedeng semai dibuat di tempat terbuka dan membentang ke arah utara – selatan, agar mendapat sinar matahari penuh terutama di pagi hari untuk membantu mempercepat perkecambahan biji yang disemai. Untuk mencegah longsornya tanah di dalam bedeng semai, beri penahan di sekeliling bedeng semai menggunakan belahan bambu, sebetan kayu atau papan ulin.

Agar tanah bedeng semai menjadi remah dan subur, campurkan pupuk organik seperti pupuk kandang atau kompos sebanyak satu kaleng minyak per m² bedengan. Tambahkan juga pasir atau sekam padi dengan jumlah yang sama. Tanah bedeng semai yang remah dan subur akan membuat akar-akar tanaman muda tumbuh lurus dan rimbun, serta memudahkan pemindahan bibit ke media penyapihan atau ke lahan tanam yang sesungguhnya. Setelah bedeng semai siap, barulah biji disemai, dengan cara sebagai berikut:

- 1) Untuk tanaman kehutanan dan tanaman buah-buahan, bijinya dimasukkan ke dalam lubang tanam yang dibuat sedalam 7,5 cm dengan pola jarak 5 – 10 cm x 7,5 – 10 cm. Perlu diperhatikan, peletakan biji berukuran besar seperti biji durian, mangga, dan lain-lain harus dengan posisi yang tepat. Bagian sisi calon akar harus menghadap ke bawah. Jika terbalik, pertumbuhan akan terganggu. Pada biji ketapang, peletakan biji seperti meletakkan buah kelapa, yaitu bagian biji yang lebih lebar berada di bagian bawah. Setelah itu, lubang tanam ditutup tanah atau pasir setebal ± 1 cm. Untuk menghindari serangan hama, tanah yang digunakan untuk menutup lubang tanam dicampur dengan insektisida dan nematisida berbahan aktif karbofuran seperti Furadan, Indofuran, dan Petrofur dengan dosis 10 – 20 gr/m².
- 2) Untuk biji-biji yang halus, bijinya cukup ditebar di atas permukaan bedeng semai, lalu ditutup tipis-tipis dengan tanah (kira-kira setebal biji) agar tidak terbawa air saat penyiraman

atau terkena pukulan air hujan, selain itu untuk menjaga agar biji selalu dalam keadaan lembab. Untuk menghindari serangan hama, taburkan insektisida dan nematisida berbahan aktif karbofuran di atas permukaan bedeng semai.

Untuk menjaga agar kelembabannya tetap tinggi, permukaan bedeng semai ditutup dengan jerami, serbuk gergaji, atau ilalang kering. Selain itu, di atas bedeng semai juga dipasang naungan berupa paranet (sarlon), atap jerami, atap rumbia (daun nipah), atap kajang (anyaman daun nipah), anyaman bambu, atau daun kelapa untuk melindunginya dari terik sinar matahari dan air hujan. Jika naungan yang digunakan bukan paranet, pemasangannya harus dibuat condong ke arah barat agar bibit di persemaian cukup menerima sinar matahari pagi. Untuk itu, tiang naungan dibuat setinggi 120 cm di sebelah timur; dan 90 – 100 cm di sebelah barat. Pada tempat yang sering terjadi banjir, atau tempat-tempat yang sering tergenang pasang-surut sungai, bedengan harus dibuat berupa panggung. Pembuatan panggung dimaksudkan agar biji/kecambah tidak terganggu oleh genangan air. Panggung dibuat dengan cara meninggikan lantai bedengan setinggi 50 – 75 cm dari permukaan tanah.

Naungan pada bedengan baru boleh dibuka setelah biji berkecambah, tetapi bibit tetap harus disiram pada pagi atau sore hari. Lamanya perkecambahan biji di bedeng semai tergantung pada jenis tanamannya. Biji tanaman buah seperti mangga atau durian, berkecambah 3 – 6 minggu setelah semai.

b. Penyemaian di Dalam Wadah-Wadah Kecil

Sebelum media dimasukkan, dasar wadah yang digunakan untuk menyemaikan biji harus diberi lubang, kecuali jika yang digunakan berupa besek karena sudah memiliki lubang-lubang. Tujuannya melancarkan keluarnya air siraman sehingga tidak menggenang di dalam wadah. Setelah itu, wadah diisi dengan salah satu campuran media sebagai berikut:

- 1) Campuran tanah, pupuk kandang, dan pasir atau sekam dengan perbandingan 1 : 1 : 1.
- 2) Campuran spagnum mass dan pasir dengan perbandingan 3 : 2.
- 3) Campuran pasir, pupuk kandang, dan sekam dengan perbandingan 1 : 1 : 1.

Untuk menambah kesuburan, tiap 1 m³ campuran media tambahkan 2 – 3 kg TSP atau NPK yang telah dihaluskan, lalu sterilisasikan. Beberapa cara yang sering dilakukan untuk sterilisasi media adalah:

- 1) Menjemur media (solarisasi) selama 3 – 4 hari.
- 2) Mengukus media selama ± 30 menit pada suhu $\pm 75^{\circ}\text{C}$.
- 3) Menggoreng tanpa minyak (sangrai) di atas kuali besar atau drum yang dibelah memanjang.
- 4) Menaburkan insektisida atau nematisida berbahan aktif karbofuran seperti Furadan, Currater, atau Petrofur dengan dosis sesuai dengan aturan yang tertera di label kemasannya.

Setelah wadah dan media semai siap, barulah biji disemai. Cara penanaman dan jumlah biji yang disemai tergantung pada wadah yang digunakan.

- 1) Jika wadah yang digunakan adalah kotak kayu, biji cukup ditebar di atas permukaan media. Setelah itu ditutup dengan lapisan tanah tipis-tipis (± 1 cm), lalu disiram sampai basah. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan semprotan yang pancarannya kecil (*sprinkle*), agar biji tidak terbongkar oleh air siraman.
- 2) Jika wadah yang digunakan berupa wadah-wadah tunggal seperti *polybag*, besek, pot plastik, atau gelas-gelas kemasan air mineral, biji dimasukkan ke dalam lubang tanam sebanyak 1 – 3 butir per wadah. Namun, jika semua biji berkecambah, hanya satu bibit terbaik yang dipelihara sampai siap dipindahkan ke media saph atau ke lahan tanam sesungguhnya.

Setelah itu, siram media semai sampai basah, lalu letakkan wadahnya di tempat terlindung. Misalnya, di bedeng yang mempunyai naungan sarlon/paranet.

c. Penyemaian Menggunakan *Coco Pot*

Selain disemai menggunakan media tanah, benih juga dapat disemai di media non tanah seperti *coco pot* atau *rockwool*. Biasanya media ini dijual dalam kemasan tray, dan dilengkapi dengan pot-pot kecil sebagai wadahnya. Keuntungan memakai media ini adalah lebih praktis karena berukuran kecil, ringan, serta lebih steril.

Sebelum digunakan, *coco pot* atau *rockwool* direndam terlebih dahulu di dalam air sampai mengembang lima kali lipat dari ketebalan awal. Biji yang disemai dimasukkan sebanyak 2 – 3

butir ke lubang yang tersedia di tengah media. Kemudian letakkan media di tempat yang teduh. Untuk menjaga kelembabannya siram dua kali sehari pada pagi dan sore hari, atau sesuai keperluan tanaman.

d. Penyapihan Bibit

Bibit yang tumbuh secara massal di bedeng semai biasanya tumbuh saling berdesakan karena rapatnya jarak pennebaran biji. Oleh karena itu, sebagian bibit harus dipindahkan ke media penyapihan agar pertumbuhannya dapat berlangsung baik. Penyapihan dapat juga dilakukan terhadap bibit yang tumbuh di dalam wadah-wadah kecil atau media khusus non tanah karena media ini tidak dapat menampung perakaran bibit yang terus berkembang.

Penyapihan bibit dilakukan di bedeng saph atau di dalam *polybag*. Penyapihan di bedengan lebih cocok digunakan untuk bibit tanaman buah tahunan atau tanaman kehutanan. Media yang digunakan untuk penyapihan bibit adalah campuran tanah, pasir, dan pupuk kandang atau kompos dengan perbandingan 1 : 1 : 1.

Penyapihan dilakukan setelah bibit tumbuh setinggi 5 – 10 cm untuk tanaman berbiji kecil dan 15 – 20 cm untuk tanaman yang berbiji besar. Sebelum dipindahkan, lakukan penyeleksian bibit terlebih dahulu. Hanya bibit yang tumbuh subur dan kekar dengan perakaran lurus yang dipindahkan. Sementara itu, bibit yang tumbuh lambat, tidak sehat, dan perakarannya bengkok, sebaiknya dibuang.

Pemindahan dilakukan dengan mengangkat bibit secara hati-hati dari persemaian beserta dengan media yang ada di sekitar perakarannya. Diusahakan tidak ada bibit yang putus atau rusak, agar kondisinya tetap baik saat ditanam di media sapih. Untuk bibit yang tumbuh di bedeng semai tidak perlu dipindahkan semua, hanya untuk penjarangan. Sementara itu, sisanya tetap dibiarkan tumbuh di bedeng semai dan disapih sampai cukup besar untuk disambung, diokulasi, atau ditanam di lahan. Bibit yang tumbuh secara individual di dalam *polybag-polybag* tidak perlu dipindahkan sampai siap tanam di lahan. Bahkan, jika dijadikan batang bawah, penyambungan atau penempelan batang atas dapat dilakukan saat bibit masih berada dalam *polybag*.

Selama penyapihan, bibit disiram rutin dua kali sehari pada pagi dan sore hari (atau sesuai keperluan, bila hujan tidak perlu menyiram). Penyiraman sebaiknya menggunakan gembor atau sprinkle yang kucuran airnya kecil seperti embun, agar media tidak terbongkar atau terbawa air siraman. Satu bulan sekali bibit diberi pupuk daun dengan kandungan N tinggi seperti Bayfolan, Gandapan Maxima, Gandasil D, Growmore atau Hyponex Hijau dengan dosis satu sendok per bibit. Untuk mengatasi hama dan penyakit, semprotkan insektisida seperti Curacron, Pegasus, atau Decis, serta fungisida seperti Antracol dan Dithane dengan dosis sesuai dengan aturan pakai di kemasannya.

B. Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif

Perbanyak tanaman secara vegetatif merupakan perkembangbiakan tanaman tanpa melalui perkawinan. Perkembangbiakan secara vegetatif dapat terjadi secara alami atau melibatkan campur tangan manusia. Perbanyak secara vegetatif dilakukan dengan menggunakan bagian-bagian tanaman seperti cabang, ranting, pucuk, daun, umbi, dan akar. Tanaman yang biasanya diperbanyak dengan cara vegetatif buatan adalah tanaman yang memiliki kambium. Tanaman yang tidak berkambium atau bijinya berkeping satu (monokotil) tidak dapat diperbanyak dengan cara vegetatif buatan.

Pada prinsipnya pembanyakan secara vegetatif adalah merangsang tunas adventif yang ada di bagian-bagian tersebut agar berkembang menjadi tanaman sempurna yang memiliki akar, batang, dan daun sekaligus. Perbanyak tanaman secara vegetatif buatan bisa dilakukan dengan cara stek, cangkok, merunduk, dan kultur jaringan.

Keunggulan perbanyak tanaman dengan cara ini adalah menghasilkan tanaman yang memiliki sifat yang sama dengan pohon induknya. Lain daripada itu, tanaman yang berasal dari perbanyak secara vegetatif lebih cepat berbunga dan berbuah. Sementara itu, kelemahannya adalah membutuhkan pohon induk dalam jumlah besar sehingga membutuhkan banyak biaya. Kelemahan lain, tidak dapat menghasilkan bibit secara massal jika cara yang digunakan cangkokan atau rundukan. Untuk menghasilkan bibit secara massal sebaiknya dilakukan dengan stek.

Perbanyak tanaman secara stek dan cangkok memiliki kelemahan yang lain, yaitu akar yang dihasilkan bukan akar tunggang sehingga tanaman mudah roboh.

Tabel 1.2. Teknik Pembibitan Beberapa Jenis Tanaman Hutan

No.	Jenis Tanaman	Teknik Pembibitan
1.	Jati (<i>Tectona grandis</i>)	Benih, stek pucuk, okulasi, stump
2.	Sukun (<i>Artocarpus altilis</i>)	Stek akar/pucuk, cangkok, okulasi
3.	Akasia (<i>Acacia mangium</i>)	Benih, cangkok, stek pucuk, kultur jaringan, sambung
4.	Eukaliptus (<i>Eucalyptus pellita</i>)	Benih, sambung, stek pucuk
	Kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>)	Benih, stek pucuk/akar
5.	Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Benih, stek pucuk
6.	Sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i>)	Benih, cangkok
7.	Cendana (<i>Santalum album</i>)	Benih, kultur jaringan
8.	Araukaria (<i>Araucaria cunninghamii</i>)	Benih, sambung
9.	Pulai (<i>Alstonia scholaris</i>)	Benih, stek batang/cabang/pucuk
10.	Bambu (<i>Gigantocloa</i> spp)	Stek batang
11.	Murbei (<i>Morus</i> spp)	Benih, stek batang, kultur jaringan
12.	Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)	Stek batang/cabang
13.	Sonokeling (<i>Dalbergia latifolia</i>)	Stek akar
14.	Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>)	Stek cabang
15.	Ramin (<i>Gonistylus bancanus</i>)	Stek pucuk
16.	Hopea (<i>Hopea odorata</i>)	Benih, Stek pucuk

17.	Sungkai (<i>Peronema canescens</i>)	Stek batang/cabang/akar
18.	Gliriside (<i>Glyricidae sepium</i>)	Stek cabang
19.	Jati belanda (<i>Gmelina arborea</i>)	Benih, stek pucuk
20.	Tusam (<i>Pinus merkusii</i>)	Benih, sambung
21.	Meranti (<i>Shorea spp</i>)	Benih, stek pucuk
22.	Suren (<i>Toona sinensis</i>)	Benih, stek cabang/pucuk

Sumber: Adinugraha (2011)

1. Pembibitan Tanaman Secara Vegetatif Alamiah

Perbanyakan tanaman secara vegetatif alamiah adalah perbanyakan tanaman tanpa melalui perkawinan atau tidak menggunakan biji tanaman induk yang terjadi secara alami tanpa campur tangan manusia. Perbanyakan vegetatif alamiah bisa terjadi melalui tunas, umbi, rizoma, dan geragih.

a. Tunas

Tunas merupakan ranting muda yang baru tumbuh atau calon tanaman baru yang tumbuh dari bagian tanaman. Tunas bisa tumbuh di cabang batang atau ranting, akar, dan daun. Dengan demikian, perbanyakan tanaman bisa menggunakan tunas-tunas dari bagian tersebut.

1) Tunas Batang

a) Tunas Batang Pisang

Batang pisang yang dikenal selama ini sebenarnya merupakan batang palsu yang terdiri dari kumpulan pelepah daun. Batang sebenarnya berbentuk bonggol di dalam tanah. Di sekitar batang pisang tumbuh tanaman baru yang berasal dari tunas. Tanaman pisang umumnya berbentuk rumpun yang

terdiri dari batang induk yang dikelilingi tanaman muda yang berasal dari tunas batang induk. Batang-batang muda di sekitar tanaman induk dapat digunakan sebagai bibit. Petani menyebut batang-batang muda ini sebagai anakan. Anakan pisang disapih dari batang induk dengan cara menggali dan memisahkannya dari bonggol batang induk. Daun-daun anakan dipotong dan disisakan daun paling ujung. Anakan pisang yang telah disapih, disimpan selama 3 – 7 hari di tempat yang sejuk dan teduh. Setelah itu, ditanam dalam lubang tanam yang sudah disiapkan.

Perbanyakan pisang dengan cara di atas kurang efektif karena satu rumpun hanya menghasilkan beberapa bibit baru. Cara yang lebih efektif adalah memanfaatkan bonggol batang pisang setelah batangnya dipanen. Bonggol pisang dikeluarkan dari dalam tanah, dibersihkan dari sisa akar dan tanah, lalu dipotong-potong. Pemotongan bonggol dilakukan sebagai berikut (Rahardja dan Wiryanta, 2004) :

- a) Bonggol diletakkan tegak lurus, lalu dipotong dengan irisan membujur dari atas ke bawah menjadi 4, 6, atau 8 potongan, tergantung ukuran bonggol.
- b) Setiap potongan dibelah dua secara mendatar, dari satu bonggol dapat dihasilkan 8 – 16 potongan. Pada setiap potongan bonggol terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjadi tanaman baru.
- c) Potongan bonggol pisang direndam \pm 30 menit dalam larutan fungisida, lalu direndam dalam bakterisida untuk

mencegah serangan penyakit utama pisang, yaitu cendawan *Fusarium oxysporum* dan bakteri *Pseudomonas solanacearum*.

- d) Setelah direndam, potongan bonggol disemaikan dalam bedengan. Permukaan bedengan dibuat lubang kecil dengan jarak \pm 30 cm. Potongan bonggol pisang dimasukkan ke dalam lubang, lalu ditimbun tanah dengan ketebalan 1 – 2 cm. Media semai merupakan campuran tanah gembur dan pupuk kandang.
- e) Setelah bonggol pisang disemai, bedengan diberi atap pelindung untuk menghindari sinar matahari dan air hujan secara langsung. Pada musim kemarau, bedengan harus disiram secara rutin. Pada musim hujan, bedengan harus dilindungi dari air hujan. Dalam jangka waktu satu bulan, potongan bonggol akan tumbuh tunas. Tunas-tunas pisang dibiarkan tumbuh sampai memiliki 3 – 4 daun dan sisa bonggol dari batang habis karena busuk.
- f) Tunas yang sudah mampu hidup mandiri dipindahkan ke dalam *polybag* dan dipelihara sampai siap ditanam di lahan. Dengan cara memotong bonggol, akan diperoleh tanaman pisang baru yang lebih banyak.

b) Tunas Batang Bambu

Tunas bambu mulai banyak dikembangkan dengan menggunakan tunas batang, seperti yang dilakukan para petani di Thailand. Caranya, akar di pangkal tunas yang menempel di batang bambu ditumbuhkan. Seludang di bagian pangkal tunas

atau cabang dibersihkan. Kemudian, pangkal tunas atau cabang dibungkus dengan serbuk sabut kelapa yang sudah dibasahi dan dibungkus dengan plastik transparan. Setelah akar tumbuh dan berwarna coklat, tunas atau cabang tersebut dipotong atau dipisahkan dari batang. Bagian ujung tunas dipotong dan disisakan 1 meter saja. Plastik pembungkus dibuang, lalu bibit bambu disemai dalam *polybag* yang berisi media tanam berupa tanah dan pupuk kandang atau kompos. Setelah 3 bulan, bibit bambu sudah menumbuhkan tunas batang, cabang baru, dan daun. Bibit bambu sudah siap dipindahkan ke lahan penanaman (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

c) Tunas Batang Anggrek

Beberapa jenis anggrek, seperti anggrek *Dendrobium*, bisa diperbanyak dengan menggunakan tunas batang. Dari batang-batang anggrek *Dendrobium* yang sudah pernah mengeluarkan bunga akan muncul tunas tanaman baru sekaligus akarnya. Setelah akar tumbuh banyak dan ujungnya ada yang berwarna coklat, tunas anggrek yang tumbuh di bagian batang tanaman bisa dipotong. Tunas dipotong dengan menyertakan sedikit batangnya. Tunas batang anggrek yang sudah dipotong, dipindahkan ke dalam pot lain yang sudah berisi media tanam atau bisa langsung ditempelkan di akar pakis atau pohon (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

d) Tunas Batang Nenas

Nenas dapat diperbanyak dengan tunas batang. Tunas batang yang tumbuh di sekitar batang induk dipisahkan dan

langsung ditanam di lahan penanaman. Selain dengan tunas batang, nenas bisa diperbanyak menggunakan tunas mahkota dan tunas di bawah buah. Tanaman nenas hasil perbanyakan melalui tunas batang lebih cepat berproduksi dibandingkan dengan hasil perbanyakan dari tunas mahkota dan tunas di bawah buah. Tunas mahkota dan tunas di bawah buah tidak langsung ditanam di lahan, tetapi harus disemaikan dulu hingga mencapai ukuran yang sama dengan tunas batang.

e) Tunas Batang Salak

Tanaman lain yang bisa diperbanyak dengan tunas batang adalah salak. Tunas batang salak tidak bisa langsung disapih dari batang induk karena akan mati. Karena itu, tunas batang salak harus “dicangkok” dulu. Pengertian cangkok di sini berbeda dengan cangkok secara umum. Di bagian bawah tunas batang salak diikatkan wadah dari tabung bambu, tempurung kelapa, atau botol bekas air mineral yang sudah diisi media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kandang. Bagian bawah wadah diberi lubang untuk mengalirkan kelebihan air. Jika “pencangkokan” dilakukan pada musim kemarau, penyiraman harus dilakukan secara rutin. Dari bagian bawah tunas batang salak akan tumbuh akar yang masuk ke dalam wadah. Jika akar sudah tumbuh banyak, tunas dapat dipisahkan dari batang induknya. Jaringan yang menghubungkan tunas dengan batang induk dipotong setengahnya. Sebulan kemudian, jaringan dipotong total. Bibit salak hasil “cangkokan” perlu ditumbuhkan dulu di tempat

yang teduh selama 1 – 2 bulan. Setelah itu ditanam di lahan atau dipasarkan.

2) Tunas Akar

Beberapa tanaman mampu menumbuhkan tunas di bagian akar. Tunas ini dapat dikembangkan menjadi tanaman baru. Tanaman yang dapat dikembangkan dengan tunas akar adalah sukun, cemara, dan kesemek. Buah sukun tidak berbiji, sehingga perbanyak sukun tidak bisa dilakukan secara generatif.

Di sekitar pangkal batang sukun, tampak bagian-bagian akar yang berada di luar tanah. Dari bagian akar akan muncul tunas baru. Pertumbuhan tunas baru dapat dirangsang dengan melukai akar sukun. Tunas akar dipisahkan dari induknya, sebagian daun dipotong untuk mengurangi penguapan. Tunas akar sukun ditanam sebagai bibit. Pada musim hujan, tunas akar yang sudah dipisahkan dari batang induknya bisa langsung ditanam di lahan penanaman. Namun, akan lebih aman jika tunas ditumbuhkan dulu dalam *polybag* atau di persemaian. Setelah memiliki akar dan daun yang cukup, tunas akar siap ditanam di lahan.

Tanaman jeruk, jambu biji, dan lengkeng dalam keadaan tertentu bisa memiliki tunas akar. Namun, tanaman ini hampir tidak pernah dikembangbiakkan dengan tunas akar karena lebih mudah dikembangbiakkan dengan cara lain.

3) Tunas Daun

Beberapa tanaman, seperti cocor bebek dan sukulen, memiliki tunas di bagian daunnya. Daun-daun cocor bebek atau sukulen yang sudah dipisahkan dari tanaman induk, disemaikan

dalam media yang lembab. Wadah semaian diletakkan di tempat yang teduh. Dari tepi daun tanaman yang disemai akan keluar tunas-tunas baru. Tunas baru siap ditanam jika sudah tumbuh menjadi tanaman secara sempurna dan daun dari tanaman induk sudah busuk.

b. Umbi

Beberapa jenis tanaman menghasilkan umbi. Dahlia, kentang, bawang merah, bawang putih, uwi, gadung, dan sedap malam merupakan tanaman yang dapat menghasilkan umbi. Tanaman-tanaman tersebut dapat dikembangbiakkan dengan umbi (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

Macam-macam umbi yang digunakan untuk perkembangbiakan adalah: a) Umbi akar, pada dahlia dan beberapa jenis uwi; b) Umbi batang, pada kentang; dan c) Umbi lapis, pada bawang merah, bawang putih, dan sedap malam.

c. Rizoma atau Rimpang

Tanaman keluarga jahe-jahean (*Zingiberaceae*) memiliki rimpang. Rimpang merupakan batang yang tumbuh di dalam tanah dan berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan. Tanaman yang termasuk keluarga jahe-jahean adalah jahe, kencur, lengkuas, kunyit, dan temulawak. Rimpang yang digunakan sebagai bibit adalah rimpang yang sudah cukup tua. Rimpang dipotong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Potongan rimpang disimpan di tempat yang sejuk dan lembab. Sekitar 1 bulan, rimpang mengeluarkan akar dan tunas baru. Rimpang ini siap ditanam (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

d. Geragih

Tanaman yang memiliki geragih adalah arbei dan pegagan. Geragih merupakan bagian batang yang tumbuh menjalar di permukaan tanah atau sedikit di bawah permukaan tanah. Bagian-bagian geragih akan menghasilkan tunas-tunas baru. Tunas baru ini dapat berakar dan tumbuh menjadi tanaman sempurna. Tunas yang tumbuh di bagian geragih ini yang digunakan sebagai bibit.

2. Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif Buatan

Perbanyak tanaman secara vegetatif buatan merupakan perkembangbiakan tanaman tanpa melalui perkawinan. Proses perbanyak tanaman secara vegetatif buatan melibatkan campur tangan manusia (Rahardja dan Wiryanta, 2004). Tanaman yang biasa diperbanyak dengan cara vegetatif buatan adalah tanaman yang memiliki kambium. Tanaman yang tidak berkambium atau bijinya berkeping satu (monokotil) tidak dapat diperbanyak dengan cara vegetatif buatan.

Perbanyak tanaman secara vegetatif buatan bisa dilakukan dengan cara stek, cangkok, dan merunduk. Kelemahan tanaman yang diperbanyak dengan cara stek dan cangkok (terutama tanaman buah atau tanaman keras) adalah akar yang dihasilkan bukan akar tunggang sehingga tanaman mudah roboh.

e. Stek

Stek berasal dari kata *stuk* (bahasa Belanda) atau *cuttage* (bahasa Inggris) yang artinya potongan (Anonim, 2009). Sesuai dengan namanya, perbanyak tanaman dengan cara ini dilakukan

dengan menanam potongan pohon induk ke dalam media agar tumbuh menjadi tanaman baru. Potongan tanaman bisa juga langsung ditanam di tanah. Bagian tanaman yang ditanam dapat berupa akar, batang, daun, atau tunas.

Stek umumnya banyak dilakukan untuk memperbanyak tanaman-tanaman hias dan tanaman buah, seperti anggur (*Vitis vinivera* L.), markisa (*Passiflora edulis*), sukun (*Artocarpus communis* Forts.), jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), apel (*Malus sylvestris* Mill.), lada (*Piper nigrum* L.), vanili (*Vanilla planifolia* Andr.), dan sirih (*Piper betle* L.). (Rahardja dan Wiryanta, 2004).

Stek juga telah dikembangkan di bidang kehutanan, seperti dilakukan pada jenis jati (*Tectona grandis* Linn. F) dan jenis-jenis Dipterocarpaceae. Materi ini secara khusus akan dibahas pada bagian pembangunan kebun pangkas.

Bila dibandingkan dengan teknik perbanyakan vegetatif lainnya, stek memiliki beberapa keunggulan (Rahardja dan Wiryanta, 2004, dan Anonim, 2009) sebagai berikut:

- 1) Sifat tanaman baru sama dengan sifat induknya;
- 2) Bagian tanaman induk yang diperlukan sebagai bahan stek relatif sedikit, sehingga tidak merugikan tanaman induk;
- 3) Stek mudah dilakukan dan tidak memerlukan teknologi yang rumit;
- 4) Biaya yang dikeluarkan sedikit dan waktu yang diperlukan relatif singkat;
- 5) Jumlah tanaman yang dihasilkan lebih banyak daripada cangkok dan okulasi;

6) Tanaman baru hasil stek memiliki keseragaman umur.

Kelemahan dari tanaman yang dihasilkan dari perbanyakan secara stek adalah tidak memiliki akar tunggang sehingga mudah roboh saat tertiup angin kencang. Oleh karena itu, tanaman hasil perbanyakan stek hanya dapat ditanam di lahan yang permukaan air tanahnya dangkal.

Berdasarkan asal bagian tanaman yang digunakan, ada beberapa macam stek.

1) **Stek Akar**

Bagian tanaman yang digunakan untuk stek adalah bagian akar tanaman pohon induk. Tanaman yang bisa diperbanyak dengan stek akar adalah tanaman sukun (*Artocarpus communis* Forts.), cemara (*Casuarina equisetifolia*), jambu biji (*Psidium guajava* L.), jeruk keprok (*Citrus robilis* Lour.), dan kesemek (*Diospyros kaki* Thumb.). Tanaman-tanaman tersebut dapat diperbanyak dengan kuntum adventif yang setiap saat dapat tumbuh. Contohnya, sebagian akar berada di atas permukaan tanah.

Bahan stek akar harus berupa akar lateral, yaitu akar yang tumbuh ke arah samping sejajar dengan permukaan tanah. Sebaiknya pilih akar muda yang berdiameter 1 cm atau sebesar pensil karena lebih cepat memunculkan akar dibandingkan dengan akar tua. Untuk tanaman besar berbentuk semak atau pohon, pengambilan akar dilakukan dengan melubangi tanah sampai akar-akarnya kelihatan. Kemudian ambil akar yang diperlukan, lalu lubang ditutup kembali dengan tanah. Sementara itu, untuk tanaman kecil, pengambilan akar dilakukan dengan mencabut

tanaman tersebut, lalu memotong akar yang diperlukan. Setelah itu, tanaman ditanam kembali.

Akar dipotong sekitar 3 ruas atau buku (5 – 10 cm). Bagian akar yang dekat dengan pangkal batang dipotong secara serong, sementara itu, bagian ujungnya dipotong datar, lalu ditaburi dengan fungisida untuk mencegah serangan jamur. Kemudian, potongan akar dicelupkan ke dalam larutan air yang berisi ZPT untuk merangsang pertumbuhan akar. Potongan akar disemai dalam media pasir setebal 7 – 10 cm. Posisinya dapat tegak atau dibaringkan. Jika disemai tegak, bagian pangkal dibenamkan ke dalam media sedalam 3 – 5 cm atau setengah dari panjang stek, dengan jarak antar stek 4 – 5 cm. Sementara itu, jika disemai dengan cara dibaringkan, stek cukup disusun dalam barisan berjarak 5 cm, lalu ditutup pasir setebal 2 – 3 cm. Potongan akar dapat juga disemai dalam *polybag*.

Media semai harus selalu dalam keadaan lembab agar stek menghasilkan tunas dan akar yang banyak. Oleh karena itu, media disiram dua kali sehari, pagi dan sore. Persemaian juga harus disungkup plastik agar kelembabannya tetap terjaga (>80%), sehingga pertumbuhan akar dan tunas menjadi lebih cepat. Stek dapat dipindahkan ke *polybag* pembesaran jika akarnya telah tumbuh banyak. Tanaman sukun yang diperbanyak dengan menggunakan stek akar biasanya sudah mampu menghasilkan buah setelah berumur 3 – 4 tahun.

2) Stek Batang

Stek batang merupakan salah satu cara perbanyak tanaman secara vegetatif dengan menggunakan potongan batang, cabang, atau ranting pohon induknya. Stek batang disebut juga stek kayu atau stek ranting. Stek batang banyak digunakan untuk memperbanyak tanaman hias dan tanaman buah. Beberapa tanaman yang bisa diperbanyak dengan stek batang adalah anggur, markisa, jeruk, singkong, dan tebu; serta tanaman hias bougenvil dan mawar. Namun demikian, di bidang kehutanan stek batang juga banyak dilakukan, misalnya perbanyak jenis sumgkai (*Peronema canescens*). Syarat mutlak tanaman yang akan diperbanyak secara stek batang adalah harus memiliki kambium.

Bahan stek diambil dari potongan batang, cabang, atau ranting. Batang, cabang, atau ranting yang digunakan untuk bahan stek sebaiknya tidak terlalu tua dan tidak terlalu muda. Batang, cabang, atau ranting yang tua umumnya berwarna kecoklatan, keras, dan bagian luarnya tertutup jaringan kulit yang sudah mati. Batang, cabang, dan ranting yang muda berwarna keputih-putihan dan lunak. Untuk membuat stek batang, pilih batang, cabang atau ranting yang berdaun hijau tua, berkulit coklat muda, dan jika kulit arinya dikelupas masih terlihat berwarna kehijauan. Cabang seperti ini memiliki kandungan hormon pertumbuhan (auxin), nitrogen, dan karbohidrat tinggi sehingga akan cepat menumbuhkan akar. Sementara itu, cabang yang terlalu muda cepat layu dan mati kekeringan karena penguapannya berlangsung cepat.

Batang, cabang, atau ranting yang ideal untuk bahan stek harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Tidak terlalu tua dan tidak terlalu muda. Umur tanaman sekitar 1 tahun dan batangnya berwarna kehijauan;
- b) Sehat, bebas dari hama dan penyakit;
- c) Subur dan tidak menunjukkan keadaan defisiensi atau kekurangan salah satu unsur yang diperlukan tanaman;
- d) Diameter bahan stek minimal 1 cm, diambil dari bagian tengah cabang kira-kira 0,5 cm di bawah mata tunas yang paling bawah dan 1 cm dari mata tunas yang paling atas.
- e) Bahan stek harus memiliki cukup bakal tunas (3 – 4 mata tunas di setiap potongan atau sepanjang 15 – 20 cm).

Untuk menghindari terjadinya penguapan yang tinggi dari bahan stek, dianjurkan untuk mengambil bahan stek pada pagi hari.

Secara alami tanaman menghasilkan hormon tumbuh sendiri, yaitu auxin. Namun, kadang-kadang jumlahnya tidak mencukupi untuk membantu pembentukan akar. Oleh karena itu perlu tambahan auxin dari luar untuk memacunya. Hormon yang digunakan dapat berupa IBA, IAA, atau NAA. Hormon ini berbentuk kristal sehingga harus dilarutkan terlebih dahulu ke dalam larutan alkohol. Cara pemberian hormon akan dibahas pada bab tersendiri.

f. Cangkok

Teknik cangkok (air layerage) banyak dilakukan untuk memperbanyak tanaman hias atau tanaman buah yang sulit diperbanyak cara lain seperti melalui biji, stek, atau sambung.

Tanaman yang biasa dicangkok umumnya memiliki kambium atau zat hijau daun. Tanaman lain bisa diperbanyak dengan sistem cangkok adalah salak (*Salacca edulis* Reinw.) dan pepaya (*Carica papaya* L.). Bahkan, para petani di Thailand banyak menggunakan teknik cangkok untuk memperbanyak tanaman bambu. Pencangkokan bambu atau salak dilakukan dengan cara membelokkan akar dari tunas batangnya. Waktu dan tingkat keberhasilan pencangkokan setiap tanaman berbeda-beda.

Perbanyak tanaman dengan cara mencangkok memiliki kelebihan diantaranya tanaman memiliki sifat-sifat unggul seperti tanaman in duknya dan tanaman lebih cepat berproduksi. Kadang-kadang tanaman buah, seperti jambu air, sawo, belimbing, atau jeruk, sudah berbunga atau berbuah ketika cangkokannya dipotong. Pencangkokan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Menyiapkan Peralatan dan Media Tanam

Peralatan yang digunakan untuk mencangkok adalah pisau yang tajam. Bahan yang perlu disiapkan adalah bahan untuk membungkus cangkokan. Bahan yang biasa dipakai untuk membungkus cangkokan diantaranya sabut kelapa, ijuk, karung goni atau plastik. Namun demikian, bahan dari sabut kelapa, ijuk, atau karung goni memiliki kelemahan, yaitu cangkokan harus disiram terus menerus dan kemungkinan akar tanaman akan putus ketika cangkokan dibuka relatif besar.

Oleh karena itu, sangat dianjurkan untuk memakai pembungkus plastik. Adapun kelebihan menggunakan plastik sebagai pembungkus cangkokan adalah:

- a) Relatif murah dan mudah diperoleh
- b) Kedap air, sehingga media tetap basah dan tidak perlu disiram
- c) Pembungkus dari plastik mudah dilepas
- d) Pertumbuhan perakaran cangkok dapat terlihat
- e) Akar-akar yang baru tumbuh dalam cangkokan tidak akan putus karena tidak melekat di plastik.

Bahan yang bisa dipilih sebagai media cangkok adalah campuran tanah gembur dan pupuk kandang yang sudah jadi dengan perbandingan 1:1. Kedua bahan tersebut harus dicampur secara merata. Campuran media ini diberi air sampai basah, tetapi tidak terlalu becek. Sebagai patokan, media yang sudah basah harus dapat dikepal. Apabila kepalan dilepas, gumpalan media masih menyatu. Tetapi apabila ketika dikepal ada air yang keluar dari sela-sela jari, maka media terlalu basah.

2) Memilih Ranting

Ranting yang akan dicangkok harus berukuran sebesar pensil, umur sedang dengan tanda warna kulit kayu abu-abu putih, tidak hijau (terlalu muda), tidak coklat (terlalu tua). Ranting harus dipilih yang sehat, tidak ada tanda-tanda kena jamur atau serangan hama.

3) Mengupas Kulit Kayu

Sayatan bagian atas diusahakan tepat pada ruas ranting, yaitu di bagian bawah bekas menempelnya tangkai daun. Sayatan kayu dibuat secara melingkar. Menyayat kulit kayu harus dilakukan secara hati-hati, jangan sampai melukai jaringan kayunya. Setelah sayatan atas, buat sayatan bawah 3 – 5 cm di bawah sayatan atas. Kulit kayu dikupas secara hati-hati. Pengupasan kulit kayu akan

memutus aliran zat makanan dari daun, sehingga zat makanan akan menumpuk di dekat sayatan atas dan merangsang pertumbuhan akar.

4) Mengerok Kambium

Setelah dibuat sayatan akan tampak jaringan kayu dengan lapisan kambium di bagian luarnya. Kalau dibiarkan, kambium ini akan tumbuh menjadi jaringan kulit baru dan cangkokan gagal. Untuk mencegah hal ini, kambium harus dikerok. Pengerokan dilakukan dengan memakai pisau yang bersih dan diusahakan tidak melukai jaringan kayu. Pengerokan juga dapat dilakukan memakai bagian punggung pisau yang tidak tajam. Setelah lapisan kambium dikerok, biarkan ranting terbuka 2 – 3 hari sebelum dibungkus.

5) Membungkus Cangkokan

Setelah 2 – 3 hari sejak kulit kayu dikupas dan kambium dikerok, ranting yang akan dicangkok bisa dibungkus dengan media cangkok berupa tanah yang dicampur dengan pupuk kandang. Sebelum digunakan, campuran tanah dan pupuk kandang harus dibasahi supaya lembab. Media cangkok dimasukkan ke dalam plastik pembungkus dan bagian atasnya diikat. Untuk mempercepat pertumbuhan akar, sayatan harus diolesi hormon atau zat pengatur tumbuh (ZPT), misalnya *Rooton F*.

Kantong plastik yang digunakan untuk membungkus cangkokan tidak perlu diberi lubang, supaya media cangkok tetap kedap air sehingga tidak perlu disiram. Setelah media cangkok dimasukkan dan dipadatkan, plastik diikat menggunakan tali.

Untuk mengurangi penguapan, daun di ranting yang dicangkok harus dikurangi.

Setelah 1 – 2 bulan, akar akan tumbuh. Mula-mula muncul akar-akar muda berwarna putih. Lama-kelamaan warna akar akan berubah menjadi hijau, abu-abu, sampai coklat, dan akar semakin panjang. Jika akar sudah tumbuh banyak, cukup panjang, dan sudah berwarna hijau atau kecoklatan, cangkokan sudah siap dipisahkan dari batang induknya. Sebaiknya cangkokan tidak langsung ditanam di lahan, tetapi harus ditumbuhkan dulu di *polybag*. Jadi, sebelum cangkokan dipisahkan dari batang induk, harus disiapkan dulu *polybag* berisi media tanam dan tempat yang teduh untuk menumbuhkan cangkokan.

6) Memotong dan Menanam Cangkokan

Cangkokan dapat dipotong dengan menggunakan gunting pohon, gergaji pangkas, atau alat potong lain yang tajam. Pemotongan memakai gunting pohon atau gergaji pangkas akan lebih aman karena tidak terjadi banyak guncangan yang dapat merusak akar.

Daun-daun dan ranting pada batang cangkokan harus dikurangi supaya tidak terlalu banyak penguapan. Tali yang mengikat pembungkus cangkokan harus dibuka hati-hati, usahakan media tanaman tidak hancur dan akar tidak putus. Batang cangkokan yang sudah dibuka, ditanam dalam *polybag* diletakkan di tempat aman, terlindung dari sinar matahari dan air hujan langsung. Bibit cangkokan harus disiram setiap hari, terutama pada

musim kemarau. Setelah daun dan tunas baru banyak yang tumbuh, cangkokan siap ditanam di lahan penanaman.

Kegagalan mencangkok bisa disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- a) Media cangkok terlalu basah, akibat pemerasan media kurang tuntas atau ada air hujan yang masuk ke dalam media cangkok dan tidak mengalir ke luar.
- b) Ranting menjadi kering dan mati karena waktu mengerok kambium, jaringan pembuluh kayu ikut terkerok cukup banyak.
- c) Ranting tetap tumbuh subur, tetapi tidak tumbuh akar akibat pengerokan kambium kurang sempurna. Dalam keadaan seperti ini, akar tidak akan tumbuh, tetapi akan tumbuh kulit kayu baru di bagian ranting yang dikerok.

g. Merunduk (*Layerage*)

Merunduk atau layerage merupakan salah satu teknik perbanyak tanaman secara vegetatif buatan dengan cara melengkungkan dan membenamkan cabang secara mendatar di dalam tanah sampai terbentuk akar. Cabang tanaman yang akan dirundukkan, sebagian kulitnya harus dikupas. Hasil perbanyak tanaman dengan cara merunduk memiliki sifat-sifat yang sama seperti induknya.

Teknik merunduk banyak dilakukan untuk memperbanyak tanaman seperti anyelir dan krisan. Kedua tanaman tersebut agak susah jika diperbanyak dengan menggunakan stek karena cepat

layu. Tanaman lainnya yang sering diperbanyak dengan cara merunduk adalah jeruk nipis.

Cabang atau ranting yang akan dirundukkan harus dipilih yang letaknya dekat dengan tanah supaya mudah melakukannya. Supaya ranting yang dirundukkan tidak terangkat ke atas, ranting itu harus ditahan dengan pasak kayu. Setelah akar tumbuh cukup banyak serta sudah tumbuh tunas dan daun baru, ranting dapat dipisahkan dari tanaman induk. Setelah dipotong, ranting yang sudah bertunas dibiarkan tumbuh di tempatnya. Sekitar 7 – 10 hari, ranting dipindahkan ke lahan tanam dengan cara menggalinya. Tanah yang ada di sekitar perakaran dipadatkan dan ranting ditanam di lahan atau dalam *polybag* yang berisi media tanam. Media tanam bisa menggunakan campuran tanah dengan kompos atau pupuk kandang. Teknik merunduk memiliki kelemahan, yaitu susah untuk mendapatkan tanaman baru dalam jumlah banyak.

C. Perbanyak Tanaman secara Generatif Vegetatif

Perbanyak tanaman secara generatif-vegetatif dilakukan dengan menggunakan campuran dua bahan tanaman, yaitu bibit asal biji dan bagian vegetatif seperti mata tunas atau pucuk dari tanaman lain. Bibit asal biji dijadikan batang bawah untuk menopang pertumbuhan bagian vegetatif yang dijadikan sebagai batang atas. Perbanyak secara generatif-vegetatif dilakukan dengan dua cara, yaitu tempelan (okulasi) dan sambungan (*grafting*).

Keunggulan teknik ini adalah tanaman yang dihasilkan memiliki perakaran yang kuat dan lebat serta menghasilkan buah yang serupa dengan pohon induknya sehingga sangat cocok diterapkan pada tanaman buah-buahan. Namun demikian, ini bukan berarti memperbanyak tanaman dengan cara generatif-vegetatif tidak bisa diterapkan di bidang kehutanan. Perbanyak tanaman dengan cara ini telah berhasil diterapkan pada memperbanyak tanaman karet dengan cara okulasi.

Teknik memperbanyak tanaman secara generatif-vegetatif juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu hanya dapat dilakukan pada tanaman berkayu, memerlukan biaya yang cukup besar karena memerlukan banyak bibit dari biji dan sekaligus pohon induk untuk batang atas, serta membutuhkan keterampilan teknis yang baik untuk melakukannya agar tingkat keberhasilannya tinggi.

Menurut para petani penyedia bibit karet dengan cara memperbanyak generatif-vegetatif, kendala utama yang dihadapi adalah terbatasnya jumlah bibit untuk batang bawah, karena perkecambahan biji karet relatif lama.

Teknik generatif-vegetatif biasa dilakukan oleh penangkar tanaman karena dari satu pohon induk dapat diambil ratusan, bahkan ribuan mata tunas atau pucuk tanaman yang akan dijadikan tanaman baru. Lain daripada itu, teknik memperbanyak ini juga dapat digunakan untuk meningkatkan nilai jual suatu tanaman, misalnya dengan membuat tanaman “six in one”, yaitu satu pohon dapat menghasilkan enam rasa buah yang berbeda.

1. Okulasi (*budding*)

Okulasi berasal dari bahasa Belanda *oculatie* yang artinya menempel. Okulasi atau budding adalah teknik memperbanyak tanaman secara vegetatif-generatif dengan cara menggabungkan dua tanaman atau lebih. Penggabungan dilakukan dengan cara mengambil mata tunas dari cabang pohon induk, lalu dimasukkan atau ditempelkan di bagian batang bawah yang sebagian kulitnya telah dikelupas membentuk huruf T tegak, T terbalik, H, U tegak, atau U terbalik. Tempelan kedua tanaman tersebut diikat selama beberapa waktu sampai kedua bagian tanaman bergabung menjadi satu tanaman baru. Menyatunya kedua tanaman ini terjadi setelah tumbuh kalus dari kedua tanaman tersebut. Akibat pertumbuhan kalus ini akan terjadi perekatan atau penyambungan yang kuat. Pengelupasan kulit batang bawah dan pengambilan mata tunas harus menggunakan pisau okulasi (pisau sayat, silet, atau pisau *cutter*).

Langkah awal yang harus dilakukan dalam memperbanyak tanaman secara okulasi adalah mempersiapkan batang bawah yang disemai dari biji atau stek. Namun demikian, yang umum dilakukan oleh penangkar bibit buah-buahan atau para hobiis adalah dengan menggunakan batang bawah yang berasal dari biji. Tujuannya adalah untuk mendapatkan tanaman yang perakarannya kuat.

Tanaman hasil okulasi ini akan tumbuh dan mampu berproduksi baik bila terdapat kesesuaian antara batang bawah dan batang atasnya. Tingkat kesesuaian ini ditunjukkan mulai dari keberhasilan okulasi sampai karakter-karakter agronomis lainnya.

Faktor keberhasilan okulasi, ditentukan oleh umur batang bawah, waktu okulasi, dan kemampuan dari okulator. Apabila ketiga faktor tersebut telah terpenuhi, maka faktor lain yang berpengaruh adalah tingkat kesesuaian antara batang bawah dan batang atas yang digunakan.

Syarat biji yang dapat digunakan untuk calon batang bawah adalah sebagai berikut:

- a) Biji dihasilkan dari buah yang sudah matang di atas pohon
- b) Bebas dari hama atau bibit penyakit
- c) Bentuk biji normal, tidak terlalu besar atau terlalu kecil, dan tidak cacat
- d) Tanaman berasal dari satu genus atau paling tidak masih sekeluarga dengan calon batang atas
- e) Memiliki daya adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan atau agroklimat
- f) Tanaman induknya memiliki sistem perakaran yang kuat
- g) Mampu bersatu dengan batang atas atau kompatibel
- h) Tanaman induk merupakan tanaman yang tahan terhadap hama penyakit.

Tanaman induk yang akan dijadikan batang atas harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Tanaman memiliki kualitas buah yang baik
- b) Kemampuan berproduksi tinggi
- c) Berasal dari jenis unggul
- d) Masih satu genus atau satu family dengan batang bawah
- e) Mampu bersatu dengan batang bawah (kompatibel)

Mata tunas yang akan digunakan sebagai batang atas sebaiknya diambil dari ranting atau cabang yang pertumbuhannya mengarah ke atas (*orthotroph*). Tunas seperti ini, pertumbuhannya akan lurus ke atas dan akan memiliki banyak cabang. Tunas okulasi yang diambil dari ranting atau cabang yang pertumbuhannya mengarah ke samping (*plagiotroph*) biasanya akan menghasilkan tanaman yang pertumbuhan cabang pertamanya juga mengarah ke samping atau horisontal. Setelah itu, tanaman tumbuh secara vertikal atau mengarah ke atas.

Sekitar tiga minggu setelah okulasi, mata tunas harus diperiksa. Jika mata tunas tetap segar, kemungkinan besar okulasi berhasil. Jika kulit kayu yang bermata tunas tampak keriput atau kering, okulasi gagal. Kira-kira dua bulan setelah okulasi, kulit kayu yang bermata tunas sudah menempel, sehingga ikatannya bisa dibuka. Untuk mempercepat tumbuhnya tunas yang ditempelkan, ranting-ranting batang bawah harus dikurangi. Sekitar 5 cm di atas, batang bawah dipotong setengahnya dan bagian atas batang dibengkokkan. Jika tunas sudah tumbuh, bagian atas batang bawah boleh dipotong seluruhnya.

Di bagian bawah tunas yang ditempel mungkin akan tumbuh tunas baru. Tunas ini harus dibuang. Jika batang bawah yang digunakan ditanam dalam *polybag*, setelah tunas yang ditempel tumbuh, proses selanjutnya hanya merawat dan membiarkan tunas tempelan tumbuh menjadi batang yang sempurna. Namun, jika batang bawah ditanam di bedengan, bibit harus dipindahkan ke dalam *polybag*. Tanaman digali dengan hati-hati dan dikeluarkan

dari bedengan dengan menyertakan tanah di sekitar akar (puteran), lalu dipindah ke *polybag*. Tanaman dalam *polybag* diletakkan di tempat yang terlindung dan dipelihara sampai bibit tumbuh sempurna.

2. Sambungan (*Grafting*)

Penyambungan (*grafting*) merupakan kegiatan untuk menggabungkan dua atau lebih sifat unggul dalam satu tanaman. Untuk memperoleh bibit sambungan yang bermutu diperlukan batang bawah dan batang atas yang kompatibel dan dapat membentuk bidang sambungan yang sempurna. Keberhasilan penyambungan ditentukan oleh banyak faktor, antara lain mutu benih atau bibit dan entres, ketepatan waktu penyambungan, iklim mikro (naungan), serta keterampilan sumber daya manusia, di samping pemeliharaan setelah penyambungan (Firman dan Ruskandi, 2009).

Penyambungan dilakukan dengan memperhatikan kaidah-kaidah yang diberikan oleh Hartman dan Kester (1975) dalam Firman dan Ruskandi (2009), yaitu:

- a) Bahan tanaman yang disambung secara genetik harus serasi (kompatibel),
- b) Bahan tanaman harus berada dalam kondisi fisiologi yang baik,
- c) Seluruh bidang potong harus terlindung dari kekeringan,
- d) Kombinasi masing-masing bahan tanaman harus terpaut sempurna, dan

- e) Tanaman hasil sambungan harus dipelihara dengan baik selama waktu tertentu.

Penyambungan (*grafting*) dilakukan dengan menyisipkan batang atas ke batang bawah. Berbeda dengan okulasi yang hanya menggunakan satu mata tunas sebagai calon batang atasnya, *grafting* menggunakan seluruh bagian pucuk tanaman sepanjang 7,5 – 10 cm. Ada tiga cara yang biasa dilakukan (Anonim, 2009):

a. Sambung Pucuk

Dinamakan sambung pucuk karena batang atas disambungkan di ujung batang bawah. Berikut ini langkah-langkahnya:

- 1) Potong tanaman untuk batang bawah setinggi 15 – 20 cm dari pangkal batang;
- 2) Belah batang bawah sepanjang 2 – 5 cm, tepat di tengah lokasi pemotongan;
- 3) Potong pucuk tanaman untuk batang atas sepanjang 7,5 – 10 cm. sayat miring di kedua sisi pangkalnya sampai membentuk seperti mata baji atau huruf “V”;
- 4) Selipkan batang atas pada belahan batang bawah;
- 5) Ikat bagian sambungan dengan tali rafia atau pita plastik yang terbuat dari kantong plastik es batu selebar 1 cm. untuk mengurangi penguapan, daun batang bawah dan batang atas yang masih ada dipotong sampai hanya tersisa 1/3 bagian;
- 6) Tutup pucuk tanaman sampai lokasi penyambungan menggunakan kantong plastik bening yang sebelumnya telah disemprot fungisida, lalu ikat bagian kantong plastik yang

terbuka. Penutupan ini bertujuan menjaga kelembaban udara di daerah sambungan mempertahankan kesegaran pucuk tanaman, dan mempercepat proses penyambungan;

- 7) Letakkan bibit sambung pucuk di tempat teduh dan disiram setiap hari. Biasanya 3 – 5 minggu setelah penyambungan mulai muncul tunas-tunas baru di batang atas. Saat itu ikatan plastik sudah dapat dilepas, tetapi kantong plastik tetap dibiarkan menutup pucuk batang atas, dan baru dibuka setelah daun-daun baru tumbuh sempurna. 2 – 3 bulan setelah penyambungan, pengikat sambungan dapat dilepas agar batang atas dapat tumbuh dengan baik. Kemudian, pelihara bibit sampai siap dipindahkan ke media pembesaran.

b. Sambung Samping

Sambung samping dilakukan dengan menyambungkan potongan pucuk batang atas ke bagian sisi batang bawah yang pucuknya tidak dipotong. Dibandingkan dengan sambung pucuk, perbanyakannya ini memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi karena batang bawah masih memiliki tajuk yang lengkap sehingga proses fotosintesis untuk menghasilkan zat-zat makanan dapat berlangsung dengan baik. Perlu diperhatikan, diameter pucuk batang atas harus lebih kecil daripada diameter batang bawah agar proses pertautan tidak terganggu. Jika batang atasnya lebih besar, tidak akan menempel erat pada batang bawah.

Berikut ini langkah-langkah melakukan sambung samping:

- 1) Potong pucuk batang atas sepanjang 7,5 – 10 cm. sayat serong pangkal pucuk batang atas pada kedua sisinya sampai membentuk baji atau huruf “V”;
- 2) Sayat kulit samping batang bawah dengan arah dari atas ke bawah. Posisi bidang sayatan 15 – 30 cm dari leher akar; atau 2 – 3 cm di atas batang yang berwarna hijau kecoklatan. Kemudian buang “lidah” sayatan, tetapi sisakan sedikit untuk tempat menyelipkan batang atas;
- 3) Selipkan pangkal pucuk batang atas ke sayatan batang bawah. Posisi mata baji tepat berada di dalam lidah sayatan;
- 4) Ikat erat bidang sambungan tersebut dengan tali rafia atau pita plastik dari bawah ke atas dan sebaliknya;
- 5) Bungkus pucuk batang atas dengan menggunakan plastik. Letakkan bibit di tempat teduh dan disiram setiap hari. Biasanya 3 – 5 minggu kemudian sudah mulai muncul tunas-tunas pada batang atas. Saat itu ikatan sudah dapat dilepaskan;
- 6) 2 – 3 bulan setelah penyambungan, bekas sambungan sudah sembuh dan batang atas sudah tumbuh baik. Saat itu bagian atas batang bawah, tepat di atas bekas sambungan dapat dipotong dan diolesi fungisida untuk menghindari serangan jamur;
- 7) Buka plastik pembungkus batang atas, lalu biarkan bibit sampai luka potongan benar-benar sembuh.

c. Sambung Susu

Dinamakan sambung susu (*approach grafting*) karena saat penyambungan batang bawah seperti digendong dan disusukan

oleh batang atas yang masing-masing tanaman masih berhubungan dengan perakarannya. Tingkat keberhasilan sambung susu sangat tinggi, tetapi pengerjaannya cukup sulit karena batang bawah harus disambungkan ke cabang pohon induk batang atas yang biasanya berbatang tinggi. Oleh karena itu, sambung susu hanya dianjurkan untuk tanaman yang memang sangat susah atau tidak dapat diperbanyak dengan cara sambung pucuk atau okulasi.

Ada dua jenis sambung susu, yaitu susuan duduk dan susuan gantung. Pada susuan duduk, induk batang bawah diletakkan di para-para atau rak yang dibuat di dekat pohon induk batang atas. Sementara itu susuan gantung, pohon induk batang bawah digantung di tiang yang dipancangkan di dekat pohon induk batang atas.

Untuk memudahkan penggantungan, media tanam pohon induk batang bawah sebaiknya diganti dengan bahan yang ringan agar cabang-cabang pohon induk batang atas tidak patah akibat kelebihan beban. Media tanam yang digunakan antara lain moss, serbuk sabut kelapa (*coco dust*), atau eceng gondok kering. Cara menggantinya, batang bawah dicabut dengan akar-akarnya, kemudian media tanam diganti dengan yang baru.

Berikut ini langkah-langkah melakukan sambung susu:

- 1) Sayat salah satu sisi batang bawah dan batang atas sepanjang 2 – 3 cm dengan kedalaman $\frac{1}{3}$ diameter batang sampai terlihat jaringan kayunya. Usahakan bidang sayatan di batang atas dan batang bawah memiliki ukuran dan bentuk yang sama untuk memudahkan penyambungan.

- 2) Bentuk bidang sayatan dibuat membulat dengan permukaan datar, halus, dan bersih agar saat dipertemukan, pertautan kedua bidang sayatan tersebut benar-benar berpadu, tidak ada rongga antara dua batang yang ditempelkan. Dengan demikian kambium dari dua cabang ini dapat menyatu.
- 3) Tempelkan batang atas dan batang bawah tepat di bidang sayatan.
- 4) Setelah menyatu, bidang pertautan tersebut diikat tali rafia atau pita plastik dengan cara dililitkan dari bawah ke atas, lalu diikat erat. Setelah itu bibit susuan disiram secara rutin. 2 – 3 bulan setelah disusukan akan terjadi pembengkakan di sekitar batang yang diikat. Ini menandakan proses penyambungan berhasil dan bibit susuan sudah dapat dipisahkan dari pohon induk.
- 5) Potong bibit pada batang atas, 1 cm di bawah bidang sambungan dan sebaiknya dilakukan secara bertahap agar cabang entres tidak stres. Pemotongan dilakukan tiga kali dengan selang waktu satu minggu. Pada pengeratan pertama, entres dikerat $\frac{1}{3}$ diameter cabang. Seminggu kemudian pengeratan pada $\frac{1}{3}$ diameter cabang lagi. Barulah pada minggu berikutnya, bibit dipotong lepas dari pohon induknya. Letakkan bibit di bawah pohon agar terlindung dari terik sinar matahari.

Untuk bibit susuan gantung, sebaiknya langsung ditanam setelah dipisahkan dari pohon induknya. Caranya, buka plastik pembungkus media, lalu tanam bibit di *polybag* yang telah diisi

media tanam baru, berupa campuran tanah, pupuk kandang, dan sekam padi atau pasir dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Kurangi daun bibit untuk mengurangi penguapan. Setelah itu, *polybag* diletakkan di tempat yang terlindung dari terik sinar matahari. Siram bibit setiap hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, H. A. 2011. *Teknik Pembibitan Tanaman Hutan. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.* <http://forestryinformation.wordpress.com/2011/06/30/teknik-pembibitan-tanaman-hutan-2/> diakses tgl 22 oktober 2011, pukul 15.00 WITA.
- Anonim. 2009. *Kunci Sukses Memperbanyak Tanaman.* PT Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Firman, C. dan Ruskandi. 2009. *Teknik Pelaksanaan Percobaan Pengaruh Naungan Terhadap Keberhasilan Penyambungan Tanaman Jambu Mete (Anacardium occidentale) L.).* Buletin Teknik Pertanian Vol. 14 No. 1, 2009: 27-30.
- Prastowo, N. H., J. M. Roshetko, G. E. S. Manurung, E. Nugraha, C. J. M. Tukan, dan F. Harum. 2006. *Tehnik Pembibitan dan Perbanyak Vegetatif Tanaman Buah. Penerbit World Agroforestry Centre (ICRAF) & Winrock International.* Bogor. Indonesia.
- Purnomosidhi, P., Suparman, J. M. Roshetko, dan Mulawarman. 2007. *Perbanyak dan Budidaya Tanaman Buah-buahan. Penerbit World Agroforestry Centre (ICRAF) & Winrock International.* Bogor. Indonesia.
- Rahardja, P. C. dan Wiryanta, W. 2004. *Aneka Cara Memperbanyak Tanaman.* PT AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Schmidt, L. 2000. *Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Sub Tropis (Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed.* Danida Forest Seed Centre Krogerupvej 21 DK-3050 Humblebaek Denmark). Versi Bahasa Indonesia diterbitkan oleh

Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan
Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan. Jakarta.

BAGIAN II

PERSEMAIAN

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini di tanah air terdapat puluhan juta hektar lahan kritis yang perlu segera direhabilitasi dengan jalan penanaman. Disamping itu telah terhampar luas areal bekas tebang yang di beberapa bagian perlu ditanami kembali. Selain itu, areal bekas tambang yang berupa kolam-kolam besar yang terbuka perlu penangan khusus untuk segera direklamasi dan direvegetasi. Kemudian konversi hutan alam yang tidak produktif perlu diintensifkan, demikian juga pembuatan hutan produksi yang lebih berencana dan usaha penanaman jenis-jenis niagawi yang jumlahnya di hutan alam semakin berkurang.

Dalam pembangunan hutan tanaman, benih memainkan peranan yang sangat penting. Benih yang digunakan untuk pertanaman saat ini akan menentukan mutu tegakan yang akan dihasilkan di masa mendatang. Dengan menggunakan benih yang mempunyai kualitas fisik fisiologis dan genetik yang baik merupakan suatu cara yang strategis untuk menghasilkan tegakan yang berkualitas pula.

Selain benih yang berkualitas, tegakan berkualitas ditentukan juga oleh bibit/bahan tanaman berkualitas yang diperoleh dari perkembang biakan vegetatif seperti stek yang dihasilkan oleh kebun pangkas, atau bahan tanaman hasil perkembang biakan generatif-vegetatif yang dihasilkan dari okulasi atau sambungan.

Kegiatan reboisasi diperkirakan seluas 6,5 juta ha, dengan sasaran reboisasi dalam rangka rehabilitasi lahan kritis seluas $\pm 2,0$

juta ha dan reboisasi dalam rangka pembangunan hutan tanaman industri (HTI) seluas $\pm 4,5$ juta ha. Dengan perkiraan luas reboisasi 6,5 juta ha seperti tersebut di atas, maka akan diperlukan bibit sebanyak ± 10 milyar batang atau ± 650 juta batang bibit setiap tahunnya maksimal 450 juta batang, sebagian besar dihasilkan dari persemaian sementara yang dilaksanakan secara manual.

Keberhasilan pembangunan hutan tanaman dan kegiatan rehabilitasi lahan dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, diantaranya adalah tersedianya bibit tanaman dalam jumlah yang cukup dengan ukuran yang siap tanam, sehat, berkualitas, dan tersedia tepat waktu pada saat diperlukan. Kondisi bibit tanaman yang demikian dapat diperoleh dengan cara memproduksi bibit tanaman di persemaian.

Persemaian (*nursery*) adalah tempat atau areal yang dipersiapkan khusus untuk pemeliharaan atau pembuatan bibit baik yang berasal dari bahan perkembangbiakan generatif (biji) maupun perkembangbiakan vegetatif (stek, cangkok, dan lain-lain) hingga siap ditanam di lapangan

Di lokasi persemaian bibit tanaman akan menerima perlakuan dan perawatan khusus selama jangka waktu tertentu, sehingga akan dihasilkan bibit yang berkualitas baik, memenuhi persyaratan umur, dan ukuran yang siap untuk ditanam di lapangan.

Tujuan utama dari pembuatan persemaian adalah untuk memproduksi bibit tanaman yang berkualitas tinggi dan ukuran seragam dengan jumlah yang cukup dan tepat waktu. Tujuan tersebut dapat dicapai apabila setiap tahap kegiatan dalam

pembangunan persemaian mendapat penanganan yang serius oleh tenaga-tenaga terampil dan berpengalaman.

Berdasarkan waktu penggunaannya, persemaian dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu *temporary nursery* (persemaian sementara), dan *permanent nursery* (persemaian permanen). Persemaian sementara hanya dipergunakan beberapa kali produksi bibit sekitar 1 – 3 tahun. Karena sifatnya sementara, maka fasilitas bangunan juga bersifat sementara, lokasinya berpindah-pindah mengikuti dan mendekati lokasi penanaman. Persemaian permanen dirancang untuk kegiatan jangka panjang sekitar 10 – 15 tahun. Bangunan dibuat secara permanen dan lokasinya menetap. Investasi pembuatan persemaian permanen cukup mahal, karena semua peralatan modern harus disediakan.

Beberapa keunggulan dan kelemahan dari persemaian sementara dan permanen diantaranya adalah:

	Persemaian Sementara	Persemaian Permanen
Keunggulan	<ul style="list-style-type: none"> a) Keadaan ekologisnya mendekati keadaan lapangan tanaman b) Biaya transportasi lebih murah c) Tidak ada persoalan pemeliharaan kesuburan tanah, sebab bersifat sementara (selalu berpindah setelah tanah menjadi miskin) d) Tenaga kerja sedikit, sehingga mudah pengurusannya. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Penyiapan media dapat dilakukan secara mekanis b) Pemeliharaan kesuburan tanah dapat dipelihara secara lebih mudah c) Manajemen persemaian dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien d) Peluang pengembangan teknologi persemaian dapat lebih terarah e) Bibit yang berkualitas baik dapat dihasilkan dalam jumlah yang relatif lebih besar.
Kelemahan	<ul style="list-style-type: none"> a) Biaya produksi per satuan bibit mahal b) Tata tertib administrasi bibit agak sulit dilaksanakan c) Jumlah bibit yang dihasilkan terbatas d) Sering gagal karena kurangnya tenaga terlatih. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Memerlukan dana investasi infrastruktur dan peralatan yang cukup besar b) Biaya pemeliharaan tinggi

Dalam rangka memenuhi kebutuhan bibit untuk reboisasi dan dalam upaya penyempurnaan cara pelaksanaan yang lebih berdaya guna dan berhasil guna, sehingga pada saat tanam selalu tersedia bibit dengan jumlah yang cukup, tepat waktu dan berkualitas tinggi, diperlukan suatu usaha perbaikan pengelolaan persemaian.

Upaya penyempurnaan yang dimaksudkan adalah mulai merintis penyediaan bibit melalui persemaian permanen, sebab pengadaan bibit melalui persemaian sementara dirasakan belum efektif dan efisien, antara lain karena:

1. Keterampilan petugas persemaian sulit ditingkatkan.
2. Penyediaan media semai yang berkualitas baik dalam jumlah besar sukar dipenuhi.
3. Pemanfaatan sarana dan prasarana di persemaian sementara kurang efisien karena sering berpindah-pindah mengikuti letak areal penanaman.
4. Tata waktu pengadaan bibit sering tidak sinkron.
5. Pertumbuhan bibit pada umumnya kurang seragam.
6. Berat persatuan bibit relatif tinggi (300-400 gram), karena masih menggunakan media pertumbuhan tanah lapisan atas (*top soil*).
7. Lokasi persemaian yang berpencar-pencar menyulitkan pengawasan.

Atas dasar beberapa kelemahan tersebut di atas, telah dilakukan pengembangan teknologi pembibitan yang telah menunjukkan hasil-hasil positif yang memberikan harapan untuk pembangunan persemaian permanen di masa yang akan datang, yaitu:

1. Bibit yang dihasilkan setiap unitnya minimal 2 juta batang per tahun.
2. Kualitas bibit lebih baik dan pertumbuhannya lebih seragam.
3. Perencanaan setiap tahap pekerjaan dapat dilakukan dengan cermat.
4. Pembinaan personil dan pengawasan dapat dilakukan dengan mudah dan efektif, dengan staf tetap dan terlatih.
5. Proses pengadaan biji/benih menjadi lebih singkat dan sederhana serta kualitas biji lebih dapat terjaga.

II. PERENCANAAN PERSEMAIAN

Pembuatan persemaian memerlukan perencanaan yang matang agar diperoleh hasil berupa bibit tanaman dengan kualitas baik, jumlahnya cukup dan dapat tersedia pada tempat dan waktu yang tepat. Dengan bekerja secara berencana berarti penghematan biaya, tenaga dan waktu guna mencapai hasil yang optimum. Untuk itu maka di dalam pembuatan persemaian diperlukan suatu perencanaan yang cermat.

Perencanaan persemaian merupakan kegiatan tahap awal dari pembangunan persemaian. Pada tahapan ini diperlukan data-data yang akurat, baik data primer maupun sekunder sehingga akan diperoleh hasil yang memuaskan dan pada akhirnya akan dicapai tingkat efisiensi yang diinginkan.

Kegiatan perencanaan yang perlu dilakukan meliputi: perhitungan luas lahan yang akan ditanami, jarak tanam, jumlah bibit yang akan ditanam, jenis bibit yang akan ditanam, jumlah benih yang diperlukan, jumlah bedeng semai, bedeng saphi, dan volume media yang diperlukan, luas persemaian yang perlu dibuat dan jumlah tenaga kerja yang diperlukan.

A. Penghitungan Kebutuhan Bibit, Benih, Bedeng, Pupuk dll.

1. Kebutuhan Bibit

Jumlah bibit yang perlu dibuat tergantung dari luas areal yang akan ditanami dan jarak tanam yang direncanakan ditambah 20% untuk keperluan penyulaman. Rumus yang digunakan:

$$\text{KBi} = \frac{\text{LA}}{\text{JT}} \times 120\%$$

Dimana: Kbi = Kebutuhan bibit

LA = Luas areal (hektar atau m²)

JT = Jarak Tanam

Contoh:

Bila luas areal yang akan ditanami 50 hektar, jarak tanam yang direncanakan 3 m x 3 m, maka jumlah bibit yang diperlukan adalah:

$$(500.000 \text{ m}^2/9 \text{ m}^2) \times 120\% = 66.660 \text{ bibit.}$$

2. Kebutuhan Benih

Untuk menghitung keperluan benih digunakan rumus berikut:

$$A = \frac{B}{C \times D}$$

Dimana: A = Jumlah benih yang harus disemai (kg)

B = Jumlah bibit yang diinginkan

C = Persentase daya kecambah benih

D = Jumlah benih murni per – kg

Contoh:

Jika persentase daya kecambah benih adalah 80%, jumlah benih murni per-kg sebanyak 2400 biji, maka untuk membuat 66.660 bibit diperlukan benih sebanyak: $66.660/(0,8 \times 2400) = 34,71875 \approx 34,72 \text{ kg.}$

3. Kebutuhan Bedeng Tabur (KBt)

Bedeng tabur biasanya dibuat dengan ukuran 5 m x 1 m. Untuk menghitung kebutuhan bedeng tabur maka diperlukan data-data mengenai jumlah benih yang akan ditabur, jumlah benih murni per-kg dan jarak penaburan. Bila jarak tabur benih dalam bedeng adalah 2 cm x 1 cm, maka jumlah benih dalam satu bedeng adalah: $(500 \text{ cm}/2 \text{ cm}) \times (100 \text{ cm}/1 \text{ cm}) = 25.000$ benih. Untuk mengetahui jumlah bedeng tabur yang diperlukan digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{KBt} = \frac{\text{Jumlah benih yang ditabur}}{\text{Jumlah benih yang ditabur dalam 1 bedeng}}$$

Dengan demikian jumlah bedeng tabur yang diperlukan adalah: $(34,72 \times 2400)/25.000 = 3,33 = 4$ bedeng.

4. Kebutuhan Bedeng Sapih (KBs)

Ukuran bedeng sapih sama dengan bedeng tabur, yaitu 5 m x 1 m. Untuk menghitung kebutuhan bedeng sapih, perlu diketahui ukuran kantong plastik yang digunakan. Contoh, jika kantong plastik yang akan digunakan berdiameter 10 cm, maka dalam satu bedeng (ukuran 5 m x 1 m) dapat diisi dengan kantong plastik berisi media sebanyak 500 kantong. Dengan demikian kebutuhan bedeng sapih adalah:

$$\text{KBs} = \frac{\text{Jumlah bibit yang disapih}}{\text{Jumlah kantong plastik per-bedeng}}$$

Untuk menampung bibit yang akan disapih diperlukan bedeng sapih sebanyak: $(34,72 \times 2400)/500 = 166,66 \approx 167$ bedeng.

5. Menghitung Luas Persemaian efektif (LP_{efektif})

Yang dimaksud dengan luas persemaian efektif adalah areal persemaian yang hanya ditempati oleh bedengan, baik bedeng tabur maupun bedeng sapih. Bedengan biasanya dibangun dengan ukuran 5 m x 1 m, dengan jarak antar bedengan 0,5 m. Untuk mengetahui luas persemaian efektif rumus yang digunakan adalah:

$$LP_{\text{efektif}} = (\text{Jumlah Bedeng Tabur} + \text{Jumlah Bedeng Sapih}) \times \text{Luas per-Bedeng}$$

$$\begin{aligned} LP_{\text{efektif}} &= (4 + 167) \times (5,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) \\ &= 1.470,75 \text{ m}^2 \\ &= 0,147075 \text{ ha.} \end{aligned}$$

6. Menghitung Luas Persemaian Total

Dalam perencanaan pembangunan persemaian, areal persemaian tidak hanya terdiri dari bedeng tabur dan bedeng sapih saja, tetapi harus ada jalan pemeriksaan, bangunan sarana dan prasarana, serta areal pengerasan bibit. Areal yang dialokasikan untuk bedengan biasanya sekitar 60%, sedangkan sisanya untuk keperluan lainnya.

7. Menghitung Jumlah Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang diperlukan tergantung dari prestasi kerja dan volume kegiatan yang ada. Secara umum untuk menghitung tenaga kerja dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{JTK} = \frac{\text{VK}}{\text{PK}}$$

Dimana: JTK = Jumlah Tenaga Kerja (HOK)

VK = Volume Kerja yang harus diselesaikan

PK = Prestasi Kerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

8. Kebutuhan Media Sapih

Komposisi media untuk penyapihan sangat bervariasi, tapi pada dasarnya harus memenuhi syarat, diantaranya ringan, kompak, cukup nutrisi, dan bebas hama penyakit. Komposisi media dapat berupa top soil, pasir, dan kompos dengan perbandingan yang bervariasi.

Untuk menghitung volume media, harus diketahui volume kantong plastik (pot) yang digunakan dan jumlah bibit yang akan diproduksi.

$$\text{KMS} = \text{KBI} \times V$$

Dimana: KMS = Kebutuhan Media Sapih (m³)

KBi = Kebutuhan Bibit (jumlah bibit yang akan disapih)

$V = \text{Volume kantong plastik (pot)}$.

Volume kantong plastik (pot) dapat diketahui dari ukuran kantong plastik (pot) yang digunakan. Bila menggunakan kantong plastik yang berukuran 10 x 15 cm, berarti keliling kantong plastik adalah $2 \times 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$. Volume kantong plastik dapat dihitung menggunakan rumus silinder, yaitu: $\pi \times r^2 \times t$; volume kantong plastik = $476,3 \text{ cm}^3$.

Contoh 1:

Berapa m^3 media saph (untuk pertumbuhan) yang diperlukan untuk memproduksi sebanyak 1.500.000 batang, jika digunakan kantong plastik yang berukuran 10 x 15 cm (berarti keliling kantong plastik adalah $2 \times 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$)?

Penyelesaian:

Isi kantong plastik = $\pi r^2 t = 3,14 (3,18)^2 (15) = 476,3 \text{ cc}$

Media yg harus disiapkan = $1.500.000 \times 476,3 \text{ cc} = 714,45 \text{ m}^3$.

Contoh 2:

Berapa m^3 media saph (untuk pertumbuhan) yang diperlukan untuk memproduksi sebanyak 1.000.000 batang, jika digunakan pot-trays volume 250 cc/lubang (1 pot-trays ada 40 lubang)?

Penyelesaian:

1 pot-trays = 40 lubang. Volume 1 lubang = 250 cc

Volume 1 pot-trays = $40 \times 250 \text{ cc} = 10.000 \text{ cc}$

Keperluan pot-trays = $1.000.000/40 = 25.000 \text{ buah}$.

Keperluan media = $25.000 \times 10.000 \text{ cc} = 250.000.000 \text{ cc} = 250 \text{ m}^3$.

9. Kebutuhan Pupuk

Kebutuhan pupuk untuk tanaman disesuaikan dengan pertumbuhan tanaman. Pemberian pupuk di persemaian biasanya dilakukan dengan dosis per m². Misalnya, setiap 2 minggu dilakukan pemupukan NPK 20 gr/m², sehingga untuk 1 bulan diperlukan pupuk sebanyak 200 gr/bedeng.

Rujukan pemupukan secara umum ditulis dalam formula dasar, sehingga yang dicantumkan adalah kandungan unsur haranya dan bukan jenis pupuknya. Sementara pengguna pupuk lebih mengenal jenis atau merk dagangnya saja. Untuk mengatasi permasalahan ini maka perlu diketahui cara menghitung kebutuhan pupuk (Marsono dan Sigit, 2001).

Berikut ini akan diberi contoh menghitung kebutuhan pupuk N, P, K, dan NPK untuk pemupukan di lapangan.

a. Pemupukan Nitrogen (N)

Jenis pupuk N yang paling populer di kalangan petani adalah urea dan ZA. Kadar unsur N dalam urea 46%, artinya dalam setiap 100 kg urea mengandung unsur N sebanyak 46 kg. Untuk ZA kadar N sebesar 21%, artinya pupuk tersebut mengandung N sebanyak 21 kg.

Untuk menghitung kebutuhan pupuk urea atau ZA per ha lahan dapat mempergunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pupuk} = \frac{\text{Dosis N}}{\text{Kadar unsur dalam pupuk}} \times 100\%$$

Sebagai contoh, pemupukan memerlukan unsur N sebanyak 90 kg/ha. Maka jumlah pupuk urea yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} & 90 \text{ kg} \\ & = \frac{\quad}{46\%} \times 100\% = 195,65 \text{ kg} \end{aligned}$$

Bila yang digunakan ZA maka jumlah pupuknya adalah

$$\begin{aligned} & 90 \text{ kg} \\ & = \frac{\quad}{21\%} \times 100\% = 428,57 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Pemupukan Phosphat (P) dan Kalium (K)

Rumus untuk menghitung kebutuhan pupuk phosphat (P_2O_5) dan kalium (K_2O) sama dengan perhitungan pupuk N. Contoh, dosis pupuk phosphat yang diperlukan sebanyak 100 kg P_2O_5 /ha. Bila akan mengaplikasikan SP-36 maka jumlah pupuk yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} & 100 \text{ kg} \\ & = \frac{\quad}{36\%} \times 100\% = 277,77 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dosis pemupukan K yang diperlukan adalah 150 kg K_2O /ha sehingga bila akan memakai pupuk KCl kebutuhannya adalah

$$\begin{aligned} & 150 \text{ kg} \\ & = \frac{\quad}{58\%} \times 100\% = 258,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

c. Pemupukan NPK

Di kalangan sebagian petani masih menganggap pupuk NPK “mewah”, padahal untuk mendapatkan pupuk ini dapat dilakukan

dengan mencampur pupuk tunggal urea, SP-36, dan KCl. Pencampuran tersebut dilakukan dengan perhitungan sehingga didapatkan campuran pupuk yang tepat. Proses ini tidak akan mengurangi kualitas dari pupuk tunggal dan pupuk NPK. Untuk dapat mencampur sesuai dengan dosis maka perlu dilakukan perhitungan. Rumus perhitungan sama dengan rumus di atas, tetapi ada satu perhitungan sebelumnya.

Bila akan membuat NPK berkadar 15-15-15 sebanyak 1 ton atau 1.000 kg, maka langkah perhitungannya sebagai berikut:

- 1) Dalam 1 ton atau 1.000 kg NPK berarti mengandung N = 15% x 1.000 kg = 150 kg, demikian juga untuk unsur P = 150 kg dan K = 150 kg.
- 2) Lakukan perhitungan jumlah pupuk tunggal yang digunakan:
 - Urea (45% N) = $100/45 \times 150 \text{ kg} = 333 \text{ kg}$.
 - TSP (46% P₂O₅) = $100/46 \times 150 \text{ kg} = 324 \text{ kg}$.
 - KCl (52% K₂O) = $100/52 \times 150 \text{ kg} = 288 \text{ kg}$.
- 3) Jumlahkan pupuk-pupuk tunggal yang telah dihitung tadi sehingga akan diperoleh pupuk NPK yang setara dengan 1 ton.

Contoh:

Jika pemupukan dengan NPK 15-15-15 dianjurkan 300 kg NPK/ha. Jenis pupuk yang mudah didapat adalah urea, SP-36 dan KCl. Untuk mendapatkan pupuk majemuk, langkah yang dilakukan adalah mencampurkan ketiga pupuk tunggal tersebut sampai mendekati dosis pupuk NPK yang dianjurkan.

Penyelesaian:

Mula-mula dihitung kadar N, P, dan K dalam dosis yang dianjurkan yaitu 300 kg/ha sehingga diperoleh:

- Kadar N = $15\% \times 300 \text{ kg} = 45 \text{ kg}$.
- Kadar P_2O_5 = $15\% \times 300 \text{ kg} = 45 \text{ kg}$.
- Kadar K_2O = $15\% \times 300 \text{ kg} = 45 \text{ kg}$.

Selanjutnya, menghitung jumlah kebutuhan pupuk tunggal urea, SP-36, dan KCl sebagai berikut:

- Kebutuhan urea (N 46%) = $100/46 \times 45 \text{ kg} = 76,25 \text{ kg}$
- Kebutuhan SP-36 (P_2O_5 36%) = $100/36 \times 45 \text{ kg} = 124,99 \text{ kg}$
- Kebutuhan KCl (K_2O 58%) = $100/58 \times 45 \text{ kg} = 77,59 \text{ kg}$

Jumlah = 278,83 kg

Selisih angka dengan NPK sebesar 21, 17 kg merupakan berat dari bahan-bahan pengikat/perekat bahan-bahan kimia sehingga terbentuk butiran-butiran (granular).

Dari penghitungan di atas menunjukkan bahwa ternyata penggunaan campuran pupuk tunggal pengganti NPK lebih sedikit jumlahnya, tetapi memiliki kadar hara yang sama.

10. Tata waktu

Bibit yang dibuat di persemaian harus memenuhi standar kualitas, jumlah dan tepat waktu. Oleh karena itu, tata waktu pembuatan persemaian mulai dari persiapan sampai bibit siap angkut harus diperhitungkan secara matang. Dalam membuat tata waktu persemaian ini juga harus diperhatikan jenis bibit yang akan dibuat, karena setiap jenis pohon mempunyai kecepatan

pertumbuhan yang berbeda sehingga lamanya waktu di persemaian juga berbeda.

Prosedur penyusunan jadwal kegiatan di persemaian harus memperhatikan hal-hal berikut:

- 1) Mengetahui jenis-jenis tanaman yang akan disemai, dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk pembibitannya sampai mencapai umur siap tanam;
- 2) Mengetahui waktu penanaman yang tepat;
- 3) Menyusun jenis-jenis pekerjaan di persemaian secara berurutan, mulai dari pekerjaan awal sampai pekerjaan akhir;
- 4) Membuat kolom-kolom jadwal kegiatan. Kolom bagian kiri berisi jenis kegiatan yang diperinci dalam jenis pekerjaan, kolom berikutnya berisi pembagian waktu per bulan.

Kegiatan yang ada pada dasarnya meliputi tiga hal yaitu, persiapan lapangan, penyemaian, dan pemeliharaan.

B. Persiapan Persemaian

1. Pemilihan Lokasi Persemaian

Dalam memilih lokasi persemaian harus memperhatikan dan mempertimbangkan syarat-syarat berikut:

- a. **Kondisi tempat;** lapangan relatif datar dengan kemiringan 3 – 5 %, bebas dari banjir dan angin kencang yang dapat merusak pertumbuhan semai.
- b. **Suplai air;** mudah mendapat air sepanjang tahun. Ketersediaan air harus diukur pada musim kemarau. Karena pada periode ini sering kali suplai air rendah dan persemaian memerlukan air dalam jumlah yang lebih besar. Oleh karena itu lokasi

persemaian harus dipilih yang dekat dengan sumber air jernih (bukan air asin atau air pasang surut).

- c. **Lokasi**; letak persemaian sebaiknya di tengah-tengah atau di sekitar lokasi penanaman, atau di pinggir jalan angkutan untuk memudahkan pengangkutan bibit dan pengawasan, dan diusahakan pada lokasi yang mudah mendapatkan tenaga kerja.
- d. **Keadaan tanah**; tanah harus subur dengan tekstur ringan, bebas dari batu dan kerikil.
- e. **Iklm dan tinggi tempat** dari permukaan laut disesuaikan dengan persyaratan tumbuh jenis yang akan disemaikan.
- f. **Vegetasi penutup**; vegetasi penutup merupakan indikator yang baik dari kesuburan dan berpengaruh pada besarnya biaya penyiapan lahan.
- g. **Luas persemaian**; pertimbangan luas lokasi persemaian harus dikaitkan dengan penyediaan ruang untuk sarana dan prasarana yang akan diadakan serta tempat pertumbuhan semai yang akan dihasilkan, disamping itu perlu mempertimbangkan peningkatan produksi bibit dimasa yang akan datang.

Dianjurkan untuk tidak memilih tempat bekas penggembalaan atau bekas tanah pertanian dan areal yang sedang/pernah terserang hama dan penyakit tanaman.

2. Tata Ruang Persemaian

Penataan ruang persemaian mempunyai peranan penting dalam menciptakan kegiatan yang efisien dan efektif serta secara langsung akan ikut menentukan kualitas bibit yang dihasilkan.

Penempatan sarana dan prasarana persemaian harus dapat memperlihatkan keselarasan arus proses kegiatan, agar para pekerja tidak banyak membuang waktu dan tenaga untuk hilir mudik dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Beberapa tahapan pekerjaan yang perlu diikuti sebelum membuat tata ruang suatu persemaian permanen:

1. Pengukuran luas areal persemaian.
2. Pemetaan areal persemaian (lokasi dan situasi).
3. Inventarisasi sarana dan prasarana yang akan diadakan.
4. Penggambaran sket pada peta yang telah dibuat.
5. Pembuatan tata ruang definitif, dengan skala 1:10.000.



Gambar 2.1. Bibit jati di persemaian milik masyarakat di Teluk Dalam Sebulu Kab. Kutai Kartanegara (Photo by Marjenah, 2006)



Gambar 2.2. Bibit sungkai di persemaian milik masyarakat di Kebon Agung Samarinda (Photo by Marjenah, 2006)



Gambar 2.3. Bibit durian di persemaian Pusat Penelitian Hutan Tropis (PPHT) di Bukit Soeharto. Bibit siap diangkut ke lapangan (Photo by Marjenah, 2006).



Gambar 2.4. Bibit mahoni di persemaian milik masyarakat di Kebon Agung Samarinda (Photo by Marjenah, 2006).

3. Organisasi dan Ketenagakerjaan

a. Organisasi

Tujuan pembangunan persemaian akan dicapai bila ditunjang oleh organisasi yang mapan serta tersedia personil yang terampil. Atas dasar itu, kegiatan persemaian yang biasanya ditangani oleh mandor perlu dikembangkan. Persemaian permanen harus dipimpin oleh personil yang profesional dengan pendidikan sarjana atau sarjana muda yang sudah berpengalaman.

Fungsi dan tugas masing-masing bagian dalam organisasi dapat dirinci sebagai berikut :

- 1) Pemimpin pelaksana persemaian: memimpin dan bertanggung jawab atas keseluruhan pekerjaan, persemaian mulai dari

- perencanaan, pengadaan sarana dan prasarana, penyemaian, pemeliharaan dan pengangkutan bibit ke lokasi penanaman.
- 2) Pelaksana administrasi dan keuangan: bertanggung jawab atas kelancaran administrasi dan keuangan dalam rangka menunjang pelaksanaan fisik.
 - 3) Pelaksana sarana dan prasarana: bertanggung jawab atas kelancaran pengadaan dan pemeliharaan sarana dan prasarana.
 - 4) Pelaksana teknis persemaian: bertanggung jawab atas kelancaran pekerjaan produksi bibit.
 - 5) Staf administrasi: menyelenggarakan pekerjaan administrasi.
 - 6) Staf keuangan: menyelenggarakan pekerjaan keuangan.
 - 7) Mandor sarana: mengatur dan mengawasi penggunaan dan pemeliharaan sarana persemaian.
 - 8) Mandor prasarana: mengatur dan mengawasi penggunaan dan pemeliharaan prasarana persemaian.
 - 9) Mandor penyiapan media: mengatur dan mengawasi pekerjaan penyiapan media, baik media perkecambah maupun media pertumbuhan/sapuh.
 - 10) Mandor penaburan dan penyapihan: mengatur dan mengawasi pekerjaan penaburan dan penyapihan.
 - 11) Mandor pemeliharaan: mengatur dan mengawasi pekerjaan penyiraman, penyulaman, penyiangan, pemupukan serta pemberantasan hama.
 - 12) Mandor pemanenan, seleksi dan pengangkutan bibit hingga ke lokasi penanaman.
 - 13) Regu: melaksanakan masing-masing pekerjaan yang menjadi bagiannya.

b. Ketenagakerjaan

Jumlah dan kualifikasi tenaga yang dibutuhkan untuk mengelola persemaian permanen dengan produksi 2 juta batang adalah sebagai berikut :

- 1) Pemimpin pelaksana persemaian 1 (satu) orang, pendidikan sarjana atau sarjana muda berpengalaman.
- 2) Pelaksana administrasi dan keuangan 1 (satu) orang, SLTA.
- 3) Staf administrasi dan keuangan masing-masing 1 (satu) orang, SLTA/SLTP.
- 4) Pelaksana sarana dan prasarana 1 (satu) orang SLTA, dibantu olah 2 (dua) orang mandor dengan pendidikan SLTP/SD.
- 5) Pelaksana teknis persemaian 4 (empat) orang SLTA dibantu oleh 5 (lima) orang mandor dengan pendidikan SLTP/SD.

Sedangkan kebutuhan pekerja/buruh setiap harinya tergantung pada volume pekerjaan yang harus diselesaikan dengan tata waktu produksi bibit.

III. PEMBANGUNAN PERSEMAIAN PERMANEN

Yang dimaksud dengan persemaian permanen adalah persemaian yang menetap pada satu lokasi (site) dengan organisasi yang mapan dan personil pelaksana yang tetap dan terpilih, memiliki kelengkapan sarana dan prasarana yang memungkinkan pelaksanaan pekerjaan dilakukan secara efektif dan efisien, dapat digunakan selama jangka waktu 10 – 15 tahun, serta dapat mendukung produksi bibit dalam jumlah besar untuk pemenuhan penanaman dengan skala luas dan berkesinambungan.

Dengan demikian ciri utama persemaian permanen adalah:

1. Penetapan lokasi telah memperhitungkan produksi bibit dalam jumlah besar sesuai dengan luasan tanaman dalam suatu wilayah kerja, pemakaian lokasi berjangka lama serta kemudahan-kemudahan operasionalnya.
2. Pengelolaan dilakukan secara profesional dengan tenaga tetap dan terpilih.
3. Bahan dan peralatan yang digunakan memungkinkan pelaksanaan kegiatan dilakukan secara efektif dan efisien.
4. Pemakaian teknologi yang berdaya guna dan berhasil guna sehingga bibit yang dihasilkan setiap periode selalu terjaga kualitasnya.

Persemaian permanen layak dibuat apabila dalam suatu wilayah kerja terdapat areal yang akan direboisasi sekurang-kurangnya seluas 1.000 Ha setiap tahunnya secara berkesinambungan. Areal tersebut tidak harus terkonsentrasi,

melainkan dapat terbagi menjadi beberapa unit lokasi tanaman. Yang penting jarak antara lokasi persemaian dengan masing-masing unit lokasi tidak melebihi 250 Km, dan tersedia jaringan jalan yang cukup memadai.

A. Persiapan Lapangan

Setelah lokasi persemaian ditetapkan dan tata ruang persemaian diselesaikan, kegiatan selanjutnya adalah persiapan lapangan. Kegiatan ini terdiri dari beberapa pekerjaan dengan urutan sebagai berikut:

1. Pembuatan pagar

Untuk membatasi areal persemaian dengan areal di luarnya serta untuk menghindari gangguan hewan lainnya, di sekeliling areal persemaian perlu dipagari, misalnya dengan kawat berduri.

2. Pembersihan dan perawatan areal

Areal dibersihkan dari rumput, semak dan ilalang dengan menggunakan peralatan sederhana seperti cangkul, parang atau dengan menggunakan alat mekanis seperti traktor, sekaligus dengan pekerjaan peralatan areal persemaian.

3. Pembuatan jalan persemaian

Jalan persemaian perlu dibuat lebar (6 – 8 meter), agar kendaraan yang mengangkut bahan dan peralatan persemaian serta bibit yang dihasilkan dari persemaian dapat dengan mudah keluar masuk areal persemaian. Pembuatan jalan dapat dilakukan secara manual atau menggunakan bulldoser.

4. Penanaman pohon penahan angin

Untuk melindungi areal persemaian dari kemungkinan adanya angin kencang, sekeliling areal perlu ditanami dengan pepohonan. Jenis pohon yang dapat ditanam untuk maksud ini antara lain: *Delonix regia* (Flamboyan), *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus sp.*

B. Sarana dan Prasarana

Untuk menjamin kelangsungan kerja yang berkesinambungan maka dalam suatu persemaian permanen perlu tersedia sarana dan prasarana agar persemaian permanen dapat berfungsi sebagaimana mestinya, yang terdiri dari :

1. Kantor

Merupakan bangunan permanen dengan ukuran $\geq 70 \text{ m}^2$ yang terdiri atas ruang pimpinan, ruang tata usaha, ruang staf teknis, ruang pertemuan serta dilengkapi dengan kamar mandi dan kamar kecil. Yang penting letak kantor jangan terlalu jauh dari jalan masuk ke persemaian, situasinya tenang, dan semua arus pekerjaan dapat dengan mudah diawasi.

2. Rumah

Bagi petugas tetap persemaian yang sehari-hari selalu terlibat kesibukan di persemaian perlu disediakan tempat tinggal. Luas, bentuk dan konstruksi bangunan disesuaikan dengan biaya yang tersedia, yang penting dapat berfungsi sebagai rumah dan layak dihuni oleh petugas. Untuk petugas teras, sebaiknya dibuat rumah dengan fasilitas yang cukup memadai, sedangkan untuk petugas dibawahnya dapat dibuatkan dalam bentuk kopel.

3. Gudang dan Bengkel

Bangunan ini berfungsi ganda, yakni untuk menyimpan sekaligus merawat berbagai peralatan dan bahan-bahan persemaian seperti rak angkut dan kotak angkut bibit, sekop, parang, traktor, trailer, pupuk, insektisida, fungisida dan lain-lainnya. Ukuran bangunan 70 m², dengan spesifikasi: pondasi beton, dinding tembok, lantai diperkeras, atap seng.

4. Bangunan Pemrosesan Media

a. Tempat Pembuatan Kompos

Tergantung biaya yang tersedia, tempat pembuatan kompos dapat diadakan mulai dari yang sederhana sampai yang memerlukan biaya mahal. Yang penting bangunan ini merupakan tempat pengumpulan bahan dasar untuk membuat kompos.

b. Tempat Pengeringan Gambut

Sama seperti tempat pembuatan kompos, yang diperlukan hanya areal penimbunan. Dari tempat penambangan gambut selanjutnya gambut dikeringkan dengan cara dihamparkan di lokasi persemaian lebih kurang setebal 0,5 m. Diusahakan agar air tidak tergenang, oleh karena itu areal penimbunan sebaiknya pada lokasi yang agak miring dilengkapi dengan saluran pembuangan air.

c. Tempat Penumpukan Media

Pada umumnya media yang telah dipersiapkan adalah berbentuk gumpalan. Untuk itu perlu dihancurkan dahulu agar halus, dapat secara manual (dengan sekop) atau secara mekanis (dengan rotavator). Selanjutnya media ditumpuk pada suatu tempat berbentuk bangunan joglo (beratap, tapi tidak berdinding). Bangunan ini sekaligus berfungsi sebagai tempat pencampur media

dengan bahan dasar lain, dan letaknya sebaiknya berdekatan dengan bangunan pengisi pot dan lokasi bedengan pertumbuhan.

5. Bangunan Pengisi Pot

Bangunan ini berfungsi sebagai tempat pengisian media ke dalam pot bibit. Pengisian dapat dilakukan secara manual, namun perlu diusahakan sedapat mungkin dengan mesin pengisi pot (*filling machine*). Luas bangunan 100 m², dengan spesifikasi: pondasi beton, lantai dari beton cor, dinding bata/kawat kasa, tiang kayu dan atap seng.

6. Rumah Perkecambahan

Bangunan ini berfungsi sebagai tempat untuk mengecambahkan biji/benih. Oleh karena itu dibutuhkan kelembaban yang tinggi maka atap bangunan sebaiknya terbuat dari bahan *glass house*. Di dalam bangunan ini ditempatkan meja-meja setinggi 0,75 m; tempat meletakkan bak-bak kecambah. Meja ditempatkan pada masing-masing sisi dan di tengah-tengah. Bangunan ini dapat pula dilengkapi dengan jaringan penyiraman yang menggunakan mata sprinkle kecil agar pancaran air seperti kabut. Ukuran bangunan ruang perkecambahan 70 m², dengan spesifikasi: pondasi beton, lantai diperkeras, dinding separuh bata dan separuh kawat kasa, tiang kayu dan atap *glass house*.

7. Rumah Pertumbuhan

Ruangan ini digunakan untuk tempat bibit yang baru disapih sampai berumur 2 minggu. Bibit diletakkan di tempat ini agar terangsang pertumbuhannya, kemudian baru ditempatkan di bedeng pertumbuhan/sapih. Bangunan ini berbentuk kubah, dinding dan atapnya terbuat dari plastik tembus cahaya, rusuk-rusuknya terbuat

dari besi. Di tengahnya terdapat jaringan penyiraman dengan pancaran air yang halus, sehingga tidak merusakkan pertumbuhan bibit yang masih lemah. Ukuran rumah pertumbuhan 5 x 50 m, dengan tinggi di tengah-tengah 2,75 m. Untuk produksi bibit \pm 2 juta batang dibutuhkan 3 buah rumah pertumbuhan.

8. Bedengan Pertumbuhan

Istilah yang umum digunakan adalah bedengan saph. Bangunan ini berfungsi sebagai tempat menumbuhkan bibit hingga umur siap ditanam di lapangan. Tergantung daripada jenis bibit yang disemai, bangunan ini dapat dengan naungan atau tidak. Berdasarkan jenis pot yang digunakan bangunan ini dibedakan menjadi 2 macam:

a. Bedengan Pertumbuhan untuk Pot yang Berkelompok menjadi 1 (Satu) Unit

Pot yang berkelompok menjadi 1 unit yang dimaksud disini adalah sejumlah pot yang saling melekat menjadi satu, merupakan kesatuan pot seperti misalnya pot tray, paper pot dan lain-lain.

Pengerjaan bedengan dapat menurut prosedur sebagai berikut:

- 1) Areal bedengan dibuat rata.
- 2) Pada setiap blok, di sekitarnya (mengelilingi) dibuat saluran pembuangan air.
- 3) Permukaan bedengan dipadatkan kemudian dilapisi dengan koral (tebal \pm 10 cm) atau plastik tebal (semacam karpet) dengan pori-pori halus, sehingga akar dari pot sulit menembus ke dalam tanah.

- 4) Naungan dibuat secara kolektif untuk keseluruhan bedeng, ditopang dengan tiang-tiang (dari kayu atau besi) sedemikian rupa meletakkannya sehingga letak naungan menjadi rata. Tinggi tiang ± 2 m, sedang jarak tiang satu dengan lainnya $\pm 4,9 - 9$ m.
- 5) Satuan-satuan pot diletakkan secara teratur, berbaris memanjang. Panjang baris sesuai dengan ukuran blok sedang lebar barisan diusahakan sedemikian rupa sehingga pot yang terletak di bagian tengah barisan masih terjangkau oleh tangan pekerja yang menangani perawatan bibit.
- 6) Untuk meredusir sinar matahari dan curah hujan yang berlebihan, sebaiknya naungan berupa kasa dengan intensitas penyerapan cahaya ± 50 %, dapat pula berupa naungan sarlon atau kasa nyamuk.
- 7) Untuk menghindari kerusakan bibit karena tiupan angin kencang, pemasangan naungan supaya dilanjutkan ke bagian sisi samping mengarah ke bawah membentuk sudut kurang dari 30^0 , sehingga kalau dilihat dari samping bentuk naungan akan berupa trapesium.

b. Bedengan Pertumbuhah untuk Pot Tunggal

Pot yang dimaksud disini misalnya pot plastik yang umumnya digunakan sekarang atau yang terbuat dari bahan selain plastik. Pengerjaan bedengan seperti pada butir (1), perbedaanya hanya terletak pada cara meletakkan pot bibit, yaitu sebagai berikut:

- 1) Di dalam blok bedengan dibuat sub-sub bedengan dengan lebar 1 m, sedangkan panjangnya sama dengan panjang blok;

- 2) Membuat pinggiran bedeng berupa bingkai dari kayu atau bahan lain setinggi $\frac{3}{4}$ tinggi pot;
- 3) Permukaan bingkai ditutup dengan anyaman kawat yang berbentuk bulatan sebesar diameter pot;
- 4) Pot-pot bibit diletakan pada setiap lubang sehingga setiap pot berdiri tegak pada bedeng dengan jarak yang teratur;
- 5) Agar anyaman kawat tidak mudah karatan hingga dapat dipakai dalam waktu lama, dianjurkan untuk memakai anyaman kawat dari aluminium.

9. Instalasi Listrik

Untuk mendukung seluruh aktivitas di persemaian diperlukan adanya tenaga listrik. Tenaga listrik dapat berasal dari PLN atau menggunakan generator. Bagi sebuah persemaian permanen diperlukan tenaga kapasitas berkisar 20 – 65 KVA.

10. Alat Angkut Bahan Media dan Alat Angkut Bibit

Untuk mengangkut bahan media seperti alang-alang yang akan dibuat kompos, gambut dan lain-lain dapat dilakukan secara manual atau secara mekanis, yakni dengan menggunakan traktor yang dilengkapi dengan mover trailer. Adapun alat-alat pengangkutan bibit yang dapat digunakan antara lain: tas plastik, kotak plastaik/kayu, carrier dan rak angkut bibit.

11. Instalasi Sistem Irigasi

Sistem irigasi di beberapa persemaian ada bermacam-macam, secara umum ada 3 (tiga) tenaga digunakan yaitu gravitasi, pompa dan pressure tank (tangki tekan). Agar tidak tergantung dari air hujan, persemaian perlu dillengkapi dengan peralatan berupa pipa

penyalur air. Kemudian, untuk membentuk bunga air penyiraman ada 3 alat yang digunakan yaitu jet, sprinkler dan nozzles (nosel).

Untuk penyiraman persemaian dengan kurang dari 50.000 semai biasanya dilakukan dengan tangan, yaitu menggunakan gembor. Sedang untuk persemaian dengan produksi bibit/semai lebih dari 50.000 semai akan lebih menguntungkan dengan menggunakan pompa motor dengan penyiraman otomatis. Pada persemaian modern penyiraman dilakukan dengan cara "*sprinkle irrigation*" dengan cara ini air disemprotkan lewat spayer yang dapat diputar seperti air mancur.

IV. PELAKSANAAN KEGIATAN PERSEMAIAN

A. Persiapan Pembuatan Persemaian

1. Persiapan Kegiatan

- a) Pembersihan lapangan dari rumput, gulma dan semak belukar yang mengganggu.
- b) Pengumpulan top soil guna pengisian bedeng tabur, bedeng semai dan polybag.
- c) Pemagaran calon lokasi persemaian, gudang, gubuk kerja, dan sebagainya.
- d) Pembuatan papan/plang nama persemaian, bedeng tabur, bedeng saph.
- e) Pemasangan jaringan pengairan seperti: penentuan sumber air, penyiapan pompa air dan saluran – salurannya.

2. Pembuatan Bedeng Tabur

Untuk beberapa jenis biji halus/sangat kecil harus ditabur dalam bak – bak penaburan dengan ukuran 0,5 m x 0,5 m atau sesuai dengan kebutuhan dan ditempatkan di atas rak berukuran 5 m x 1 m atau sesuai dengan kebutuhan.

Untuk biji/benih yang berukuran besar yang memerlukan bedeng tabur maka bedeng tabur dibuat dengan urutan-urutan sebagai berikut:

- a) Penyiapan lahan untuk bedeng tabur ukuran 5 x 1 meter atau sesuai dengan kebutuhan dengan arah yang seragam.

- b) Tanah dicangkul dan digemburkan sampai menjadi halus dan ringan, semua akar dan batu dibuang.
- c) Pada tepi bedeng diperkuat dengan batu, kayu, bambu dengan permukaan bedeng ditinggikan 10 s.d 15 cm dari permukaan tanah dan sekitarnya.
- d) Jarak antara bedeng-bedeng diberi jalur antara selebar 0,5 m dan setiap 5 – 10 bedeng dibuat jalur inspeksi selebar 2 meter.
- e) Saluran air dibuat sepanjang kanan kiri jalan inspeksi.
- f) Untuk benih yang membutuhkan naungan bedeng tabur perlu diberi atap yang dibuat miring.
- g) Apabila tanah kurang gembur bisa dicampur dengan pasir dengan perbandingan pasir dengan tanah = 1:3.
- h) Sebelum biji ditabur sebaiknya lima hari sebelumnya diadakan sterilisasi media yakni dengan mencampur tiap 1 m² tanah dengan 4 liter campuran formalin dan air (perbandingan campuran satu liter formalin dicampur 14 liter air) kemudian ditutup dan didiamkan selam 3 hari. Setelah lima hari baru benih dicampur.

3. Pembuatan Bedeng Sapih

- a) Menyiapkan lahan untuk bedeng sapih dengan ukuran 5 x 1 meter dan arah bedeng sapih seragam.
- b) Bedeng sapih dibersihkan dari tanaman dan akar-akaran serta diratakan sehingga datar.
- c) Pada tepi bedeng sapih ditandai dengan kayu setinggi 20 cm.
- d) Mengisi *polybag* dengan ukuran tinggi kantong 7 cm atau 10 cm. Pada pengisian kantong untuk mempercepat pertumbuhan

tanaman sapihan dapat ditambahkan pupuk fosfat dengan ukuran 1 gram tiap *polybag*.

- e) Pada bagian pinggir di sekitar dasar kantong plastik tersebut masing–masing diberi lubang antara 12–18 lubang.
- f) Untuk jenis yang tidak memerlukan penyapihan maka bibitnya langsung dicabut dari bedeng tabur ke lokasi penanaman.
- g) Untuk mempermudah dalam transportasi bibit dianjurkan untuk memakai kontainer dengan tujuan untuk menghindari kerusakan bibit waktu pengangkutan, sebab kontainer tersebut dapat langsung diangkat tanpa mengubah pot–pot bibit . Selain itu juga berguna memudahkan penyiangan rumput.
- h) Setiap bedeng saph diberi papan/plang keterangan yang memuat nama, jenis, tanggal penyapihan dan nomor bedengan.

B. Penyiapan Media Perkecambahan dan Media Pertumbuhan/Sapih

Ada dua macam media yang perlu dipersiapkan di persemaian, yaitu media perkecambahan/tabur dan media untuk pertumbuhan/sapih. Media perkecambahan diusahakan dari bahan yang mudah disterilkan, misalnya pasir, tanah halus dan lain sebagainya dan tidak perlu memperhatikan adanya kandungan unsur hara, yang penting media tersebut mudah dibebaskan/aman dari penyakit (khususnya jamur), cukup sarang dan dapat menyebabkan terangsangnya proses perkecambahan benih.

Sebelum digunakan media perkecambahan harus disterilkan terlebih dahulu, agar telur-telur serangga dan/atau spora-spora

jamur dapat dimusnahkan. Teknik sterilisasi media perkecambahan dapat dilakukan dengan 3 (tiga) cara yaitu:

1. **Disangrai**, yaitu menggoreng tanpa minyak. Apabila media yang diperlukan dalam jumlah sedikit, dapat menggunakan penggorengan (wajan) yang besar. Bila media diperlukan dalam jumlah besar, dapat menggunakan alat penggorengan yang dibuat dari drum yang dibelah dua, diperlukan dua buah drum. Lembaran drum tersebut disambung jadi lembaran besar.
2. **Dengan cara solarisasi**. Media dijemur di bawah terik matahari selama dua hari. Penjemuran dilakukan di tempat terbuka, media dihamparkan di atas lantai beton atau di atas lembaran seng.
3. **Dengan cara dikukus**; dapat menggunakan dandang besar yang dibuat dari drum yang dibelah dua atau menggunakan *Autoclave*.

Media pertumbuhan (growing media) adalah media yang digunakan untuk menumbuhkan tanaman, persyaratan media yang baik adalah ringan, tidak mahal, seragam dan tersedia cukup banyak.

Media pertumbuhan/sapah harus dari bahan organik yang kaya unsur hara. Apabila bahan organik tersebut kekurangan unsur hara, maka perlu diadakan pemupukan atau penambahan unsur-unsur yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan, sehingga bahan organik tersebut betul-betul baik untuk dipakai sebagai media pertumbuhan/penyapihan. Media yang selama ini umum digunakan di tempat-tempat persemaian adalah top soil (lapisan tanah atas).

Penggunaan top soil (lapisan tanah atas) dalam skala besar dapat mengakibatkan pengikisan secara meluas dan merusak lingkungan.

Atribut kebutuhan media pertumbuhan dilihat dari persyaratan petani dan yang dituntut tanaman:

Persyaratan Petani	Persyaratan Tanaman
Relatif murah	Sirkulasi udara dan drainase yang baik
Relatif ringan	Mampu menopang tanaman dan stabilitas
Tanaman dapat tumbuh baik	Mampu menyimpan/ menahan kelembaban
Aliran air mudah	Bebas hama dan penyakit
Penanganannya mudah	Pasokan nutrisi yg tepat/ memadai
Penampilan menarik	pH yang tepat

Media tumbuh yang baik memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Cukup kuat dan kokoh menahan perakaran dan batang semai selama pertumbuhan dan dalam keadaan tanah basah/ kering.
2. Cukup mampu untuk menahan kelembaban.
3. Bebas dari hama dan penyakit, tanaman pengganggu dan organisme lain.
4. Tidak mempunyai kadar garam yang tinggi.
5. Dapat disterilkan tanpa merusak bahannya.
6. Mempunyai Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang cukup.

Beberapa media yang digunakan di beberapa persemaian adalah sebagai berikut:

1. *Vermiculite* dan *Perlite*

Vermiculite digunakan oleh hampir seluruh persemaian di Brasil, sebagai media pertumbuhan. *Vermiculite* berbentuk serpihan sebesar sekam padi dari bahan mineral yang ditambang dari tanah, ringan, dan bila dihambur beterbangan seperti sekam. Bahan ini mampu menahan air yang banyak. Jamur tidak suka hidup di bahan ini. Media ini sangat cocok untuk pertumbuhan bibit yang berasal dari potongan (*cutting*), sebab bebas dari jamur.

Vermiculite adalah media anorganik steril yang dihasilkan dari pemanasan kepingan-kepingan mika serta mengandung potasium. Berdasarkan sifatnya, *Vermiculite* merupakan media tanam yang memiliki kemampuan kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi, terutama dalam keadaan padat dan pada saat basah. *Vermiculite* dapat menurunkan berat jenis, dan meningkatkan daya serap air jika digunakan sebagai campuran media pertumbuhan, sehingga bisa dengan mudah diserap oleh akar tanaman.

Berbeda dengan *vermiculite*, *perlite* merupakan produk mineral berbobot ringan serta memiliki kapasitas tukar kation (KTK) dan daya serap air yang rendah. Sebagai campuran media pertumbuhan, fungsi *perlite* sama dengan *vermiculite*, yakni menurunkan berat jenis dan meningkatkan daya serap air. Penggunaan *Vermiculite* dan *perlite* sebagai media pertumbuhan sebaiknya dikombinasikan dengan bahan organik untuk mengoptimalkan tanaman dalam menyerap unsur-unsur hara.

2. *Peat Moss*

Media ini berupa bahan organik, yaitu semacam jenis paku-pakuan yang tumbuh di daerah tundra dan mempunyai serat, itulah sebabnya jika dikeringkan dapat kembali mengembang dan dapat mengikat air.

Di persemaian ATA 267 *peat moss* ini disebut gambut Finlandia untuk membedakan dengan gambut lokal. *Peat moss* ditambang dari lahan gambut yang terbentang luas di negara Skandinavia seperti Finland dan Denmark. *Peat moss* mampu menggenang air 800% dari beratnya. *Peat moss* banyak dipasarkan ke Australia, Arab dan Afrika sebagai media pertumbuhan tanaman.

Dewasa ini *peat moss* sudah dikemas menjadi wadah yang disebut *Jiffy pot*. *Jiffy* sudah lama dikenal di Indonesia yaitu sejak tahun 1986, tetapi terbatas hanya untuk memperbanyak tanaman hias yang mudah dikembangkan secara stek dan melalui biji. Untuk tanaman kehutanan *jiffy* mulai dikenal pada tahun 1987, terutama untuk tanaman hutan industri untuk tanaman yang cepat tumbuh seperti *Paraserianthes falcataria*, *Acacia mangium*, *Gmelina arborea*, *Pinus merkusii*, *Eucalyphus* dan lain-lain.

3. Gambut

Gambut, media ini digunakan oleh persemaian ATA 267 di Banjarbaru yang ditambang dari lahan gambut di Desa Gambut. Gambut seperti ini ada juga di Kalimantan tengah, Riau dan Sumatera Selatan. Dibanding dengan gambut Finlandia, gambut dari Desa Gambut kualitasnya lebih rendah, tetapi masih tergolong

cukup baik. Karena gambut berasal dari batang, kulit, daun dan sedikit rumput dan resam maka strukturnya butiran. Karena itu kekompakan gumpalan akar pada media ini lebih rendah dari peat moss. Tetapi unsur hara yang dikandungnya lebih tinggi yang diendapkan pada saat lahan gambut mendapat limpasan banjir. Untuk memperbaiki struktur dan persentase rongga udara pada media, gambut dicampur dengan sekam padi 30% volume relatif mudah diperoleh di dekat persemaian ATA 267.

4. Humus

Humus digunakan di PT ITCI kenangan – Balikpapan. Humus dikumpulkan di lantai hutan perbukitan. Tidak tebal, hanya 5 – 10 cm. Dikais, ditumpuk dan dikarungi, lalu diangkut ke persemaian untuk diayak. Jumlahnya tidak banyak, tetapi cukup untuk PT ITCI. Lahan ini mungkin termasuk hutan kerangas. Di bawah humus nampak pasir putih, vegetasi didominasi *Tristania* spp (kayu Pelawan).

Humus adalah segala macam hasil pelapukan bahan organik oleh jasad mikro dan merupakan sumber energi jasad mikro tersebut. Bahan-bahan organik tersebut bisa berupa jaringan asli tubuh tumbuhan atau binatang mati yang belum lapuk. Biasanya, humus berwarna gelap dan dijumpai terutama pada tanah lapisan atas (top soil)

Humus sangat membantu dalam proses pengemburan tanah. dan memiliki kemampuan daya tukar ion yang tinggi sehingga bisa menyimpan unsur hara. Oleh karenanya, dapat menunjang kesuburan tanah. Namun, media pertumbuhan ini mudah ditumbuhi

jamur, terlebih ketika terjadi perubahan suhu, kelembaban, dan aerasi yang ekstrim. Humus juga memiliki tingkat porositas yang rendah sehingga akar tanaman tidak mampu menyerap air, Dengan demikian, sebaiknya penggunaan humus sebagai media pertumbuhan perlu ditambahkan media lain yang memiliki porositas tinggi, misalnya tanah dan pasir.

5. Tanah

Banyak persemaian menggunakan tanah karena sulit memperoleh media lain. Umumnya top soil (tanah lapisan atas), dicampur dengan kompos dan pasir. Persemaian ATA 186 di Benakat menggunakan komposisi 7 : 2 : 1 masing – masing tanah, pasir dan kompos. Persemaian Anzap di Filipina, untuk pinus digunakan 50% pasir, 40% tanah biasa, 10% tanah bermikoriza.

6. *Cocopeat*

Cocopeat adalah serbuk halus sabut kelapa yang dihasilkan dari proses penghancuran sabut kelapa. Dalam proses penghancuran sabut dihasilkan serat yang lebih dikenal *fiber*, serta serbuk halus sabut yang dikenal *cocopeat*. Serbuk tersebut sangat bagus digunakan sebagai media pertumbuhan karena dapat menyerap air dan mengemburkan tanah. Penggunaan *cocopeat* sebagai media pertumbuhan alternatif pengganti tanah, dapat menghemat penggunaan pupuk dan air 3 kali lipat di banding media tanah.

Penggunaan *cocopeat* sebagai media pertumbuhan sebaiknya dilakukan di daerah yang bercurah hujan rendah. Air hujan yang

berlebihan dapat menyebabkan media pertumbuhan ini mudah lapuk. Selain itu, tanaman pun menjadi cepat membusuk sehingga bisa menjadi sumber penyakit. Untuk mengatasi pembusukan, sabut kelapa perlu direndam terlebih dahulu di dalam larutan fungisida. Jika dibandingkan dengan media lain, pemberian fungisida pada media sabut kelapa harus lebih sering dilakukan karena sifatnya yang cepat lapuk sehingga mudah ditumbuhi jamur.

Kelebihan sabut kelapa sebagai media pertumbuhan lebih dikarenakan karakteristiknya yang mampu mengikat dan menyimpan air dengan kuat, sesuai untuk daerah panas, dan mengandung unsur-unsur hara esensial, seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (N), dan fosfor (P).

Cocopeat dapat menahan kandungan air dan unsur kimia pupuk serta dapat menetralkan keasaman tanah. Karena sifat tersebut, *cocopeat* dapat digunakan sebagai media yang baik untuk pertumbuhan tanaman hortikultura dan media tanaman rumah kaca.

7. *Rockwool*

Rockwool (RW) merupakan salah satu media pertumbuhan yang banyak digunakan oleh para petani hidroponik. Media pertumbuhan ini mempunyai kelebihan dibandingkan dengan media lainnya terutama dalam hal perbandingan komposisi air dan udara yang dapat disimpan oleh media pertumbuhan ini. *Rockwool* ada berbagai jenis dan merk, *Cultilene Optimaxx* merupakan *rockwool* import yang dibuat dengan spesifikasi khusus untuk tanaman hidroponik. Dengan densitas 45 kg/m^3 dan volume pori

98% membuat *rockwool* ini sangat cocok untuk media pertumbuhan.

Rockwool terbuat dari bebatuan, umumnya kombinasi dari batuan basalt, batu kapur, dan batu bara, yang dipanaskan mencapai suhu 1600°C sehingga meleleh menjadi seperti lava, dalam keadaan mencair ini, batuan tersebut disentrifugal membentuk serat-serat. Setelah dingin, kumpulan serat ini dipotong dengan ukuran yang sesuai dengan kebutuhan.

Pada pertanian, *rockwool* dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan mulai dari tahap persemaian sampai pada fase produksi. Keunggulan pemanfaatan *rockwool* sebagai media pertumbuhan yaitu:

- 1) Ramah lingkungan
- 2) Tidak mengandung patogen penyebab penyakit
- 3) Mampu menampung air hingga 14 kali kapasitas tampung tanah
- 4) Dapat meminimalkan penggunaan disinfektan
- 5) Dapat mengoptimalkan peran pupuk.

8. Kompos

Kompos merupakan media pertumbuhan organik yang bahan dasarnya berasal dari proses fermentasi tanaman atau limbah organik, seperti jerami, sekam, daun, rumput, dan sampah kota. Kelebihan dari penggunaan kompos sebagai media pertumbuhan adalah sifatnya yang mampu mengembalikan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat-sifat tanah, baik fisik, kimiawi, maupun biologis. Selain itu, kompos juga menjadi fasilitator dalam

penyerapan unsur nitrogen (N) yang sangat dibutuhkan oleh tanaman.

Kandungan bahan organik yang tinggi dalam kompos sangat penting untuk memperbaiki kondisi tanah. Berdasarkan hal tersebut dikenal 2 peranan kompos yakni sebagai soil conditioner (bahan pembenah tanah) dan soil ameliorator (bahan perbaikan tanah). Soil conditioner yaitu peranan kompos dalam memperbaiki struktur tanah, terutama tanah kering, sedangkan soil ameliorator berfungsi dalam memperbaiki kemampuan tukar kation pada tanah.

Kompos yang baik untuk digunakan sebagai media pertumbuhan yaitu yang telah mengalami pelapukan secara sempurna, ditandai dengan perubahan warna dari bahan pembentuknya (hitam kecokelatan), tidak berbau, memiliki kadar air yang rendah, dan memiliki suhu ruang.

9. Pupuk Kandang

Pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan disebut sebagai pupuk kandang. Kandungan unsur haranya yang lengkap seperti natrium (N), fosfor (P), dan kalium (K) membuat pupuk kandang cocok untuk dijadikan sebagai media pertumbuhan. Unsur-unsur tersebut penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu, pupuk kandang memiliki kandungan mikroorganisme yang diyakini mampu merombak bahan organik yang sulit dicerna tanaman menjadi komponen yang lebih mudah untuk diserap oleh tanaman.

Komposisi kandungan unsur hara pupuk kandang sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis hewan, umur

hewan, keadaan hewan, jenis makanan, bahan hamparan yang dipakai, perlakuan, serta penyimpanan sebelum diaplikasikan sebagai media pertumbuhan.

Pupuk kandang yang akan digunakan sebagai media pertumbuhan harus yang sudah matang dan steril. Hal itu ditandai dengan warna pupuk yang hitam pekat. Pemilihan pupuk kandang yang sudah matang bertujuan untuk mencegah munculnya bakteri atau cendawan yang dapat merusak tanaman.

Media pertumbuhan/sapah dikatakan baik apabila media tersebut mampu menghasilkan bibit dengan tanda-tanda sebagai berikut:

1. Pada umur 2-3 bulan, media dan sistem perakaran bibit membentuk gumpalan akar (root-ball) yang kompak, sehingga apabila bibit ditarik ke atas, gumpalan akar tersebut mudah terlepas dari pot.
2. Gumpalan akar tadi tidak kaku tetapi elastis, sehingga tidak mudah pecah apabila di angkut ke lapangan, dan bibit yang baru ditanam dapat terus melanjutkan pertumbuhannya tanpa berhenti akibat adanya kerusakan pada sistem perakaran.
3. Gumpalan akar tersebut di atas cukup ringan sehingga mudah diangkat dan dipikul ke lapangan.
4. Gumpalan tersebut juga mampu mengikat air sehingga media pertumbuhan/penyapihan tidak mudah kering untuk persediaan bagi pertumbuhan bibit yang baru ditanam.
5. Bibit pada umumnya dapat mencapai tinggi 20 – 30 cm dan diameter 2,5 – 5 mm (pada umur 2 – 3 bulan) serta normal warnanya.

6. Media tersebut mempunyai respon terhadap pemupukan dan tentunya media tersebut juga tidak menularkan penyakit dan menyebarkan gulma yang sangat berbahaya di lapangan.

Untuk memproduksi bibit yang baik, media pertumbuhan harus memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Aerasi baik
2. Dapat menjaga kelembaban
3. Dapat menahan berdirinya bibit
4. Dapat mendukung perkembangan akar

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengadaan dan persiapan media :

a. Media Perkecambahan/Tabur

1. Media yang umum digunakan adalah pasir, tanah halus dan lain sebagainya yang sebelumnya sudah disterilisasi (disterilkan dengan cara disangrai, dikukus atau solarisasi/dijemur).
2. Media diletakkan pada bak tabur dengan ketebalan 3 - 4 cm.
3. Benih yang sudah mendapat perlakuan ditabur di atas media, kemudian benih ditutup dengan media kira-kira setebal benih.

b. Media Perakaran Stek

1. Media yang bisa digunakan untuk perakaran adalah arang sekam, pasir halus atau *Vermiculite*
2. Media diletakkan pada bak perakaran dengan ketebalan 6-10 cm.
3. Bahan stek diletakkan dengan baik pada media perakaran.

c. Media Kultur Jaringan

1. Pembuatan media kultur disesuaikan dengan tanaman yang akan diperbanyak.

2. Komponen media kultur antara lain : air, hara makro dan mikro, gula, vitamin, asam amino, zat pengatur tumbuh, agar-agar, dan lain-lain.

d. Media Sapih

1. Media yang umum digunakan untuk penyapihan bibit adalah gambut, sekam padi dan topsoil.
2. Gambut, sekam padi dan topsoil dicampur dengan menggunakan molen.
3. Pada saat pencampuran media tersebut ditambahkan pupuk berupa Kapur dan TSP.
4. Media yang sudah siap dimasukkan ke dalam polybag. Masing-masing jenis berbeda ukuran polybag, contoh:
 - 6,5 x 15 cm untuk Sengon, Akasia dan Nyawai
 - 7,5 x 15 cm untuk Meranti, Kapur, Jati dan Mahoni
 - 10 x 15 cm untuk Aren, Pisang (tananam kehidupan)
5. *Polybag* yang telah terisi media disusun dalam kantong plastik dan siap untuk penyapihan.

C. Perlakuan dan Penaburan Benih

1. Perlakuan Pendahuluan (Pra-perlakuan Benih)

Pada umumnya benih akan segera berkecambah apabila berada di tempat yang lembab (selalu disiram) akan tetapi untuk benih tertentu karena kulitnya tebal dan keras akan memakan waktu yang lebih lama lagi untuk berkecambah. Karena itu perlu ada usaha dengan jalan memberi perlakuan terlebih dahulu terhadap benih untuk mempercepat proses perkecambahan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa tujuan dari perlakuan itu sebenarnya adalah untuk membuat kulit luar dari benih menjadi lebih cepat menyerap air untuk proses perkecambahan benih.

Ada beberapa cara untuk memberi perlakuan pada benih, yaitu:

a. Merendam Benih dalam Air

Pada umumnya benih mulai berkecambah bila kandungan airnya berkisar antara 80% - 90%, karenanya perlu dilakukan manipulasi terhadap kandungan air ini. Cara yang paling umum dipakai adalah merendam benih di dalam air yang mengalir selama 12 – 24 jam atau dalam air yang selalu diganti dalam 24 jam atau untuk beberapa jenis benih perlu disiram atau direndam dalam air panas (70 – 80°C). Misalnya, yang direndam dengan air dingin (*Agathis lorantifolia*, *Pinus merkusii*, dan sebagainya) atau disiram dengan air panas kemudian merendamnya (*Leucaena leucocephala*, *Acacia auriculiformis*, *Adenanthera microsperma* dan sebagainya).

b. Menanam dalam Tanah

Cara ini umumnya dipakai di India dan Vietnam, untuk benih jati.

c. Merendam dalam Bahan Kimia (Larutan HCL; H₂SO₄)

Kepekatan asam sulfat yang biasa dipakai 95% dengan waktu perendaman sekitar 15 – 25 menit. Biasanya digunakan untuk biji yang berkulit keras seperti *Macaranga* sp.

d. Mengerat atau Mengikir Kulit Benih

Metode ini biasa dilakukan pada biji-biji yang berkulit tebal dan keras, misalnya ulin (*Eusideroxylon zwageri*). Dalam hal ini bagian kulit benih yang dikerat atau yang dikikir adalah bagian

pinggirnya, jangan sekali-kali mengerat atau mengikir kulit benih di bagian di mana terdapat bekas melekatnya tangkai buah. Pengeratan atau pengikiran jangan sampai mengenai bagian dalam dari biji dan harus dilakukan dengan hati-hati. Alat yang digunakan adalah pisau atau gerinda.

e. Mengasap/Menggoreng tanpa Minyak

Metode ini dipakai terutama untuk benih jati (*Tectona grandis*).

f. Memeram Biji

Cara yang paling umum dipakai adalah merendam benih di dalam air yang mengalir selama 2 – 3 hari. Kemudian benih diangkat dari air dan diangin-anginkan selama beberapa waktu. Kemudian benih dimasukkan ke dalam wadah (karung) dan ditutup kain lembab berwarna hitam untuk diperam. Penggunaan kain hitam untuk memeram benih dikarenakan warna hitam merupakan warna penyerap sinar paling baik, sehingga suhu di dalam karung diharapkan dapat meningkat dan mempercepat proses metabolisme dalam benih. Biasa dilakukan untuk biji-biji berkulit keras, seperti jati (*Tectona grandis*).

2. Penaburan Benih

Setelah benih diberi perlakuan pendahuluan (pre treatment) sesuai dengan sifat benih masing-masing, maka benih segera ditabur di bedeng tabur/semai (di dalam *Germination house*) dengan tahapan sebagai berikut:

a. Untuk biji yang agak besar (misalnya *Pinus merkusii*)

- 1) Pada bedeng tabur dibuat lubang atau larikan untuk penaburan benih, dengan jarak antar larikan ± 5 cm
- 2) Biji ditabur pada bedengan dengan memasukkan biji ke dalam lubang atau larikan yang telah dibuat
- 3) Setelah penaburan selesai, benih yang sudah ditabur ditutup dengan tanah yang halus dan gembur setipis mungkin (setebal biji), kalau mungkin hanya ditutup lubang penaburan saja.
- 4) Penyiraman dilakukan pagi dan sore dengan menggunakan sprayer dan harus hati-hati.

Selain cara tersebut di atas dapat juga dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Benih ditabur dalam kotak tabur dari plastik berukuran ± 20 cm x 30 cm yang telah diberi lubang di bawahnya dan telah diisi dengan media kecambah
- 2) Letakkan di bedeng tabur/semai atau di rak perkecambahan (di dalam *germination house*)
- 3) Kemudian disiram air sampai jenuh.

b. Untuk benih yang sangat kecil dan halus

- 1) Benih-benih yang sangat kecil dan halus, lebih dahulu dicampur dengan pasir halus, tanah halus atau gambut yang telah dihancurkan
- 2) Kemudian ditabur secara dihambur di kotak tabur (untuk benih sejenis *Eucalyptus* setiap kotak perkecambahan ditaburkan ± 2 gram).

Untuk menjaga dari serangan jamur, maka sebaiknya disemprot pula dengan fungisida dan dilanjutkan setiap 3 – 5 hari sekali.

Penyiraman selanjutnya dapat menggunakan sprayer punggung ataupun pipa penyiraman/*sprinkle* dengan *nozle* yang lubangnya berukuran kecil dan dihadapkan ke atas, sehingga air yang keluar sangat lembut agar media penutup biji tetap pada tempatnya.

Untuk mengurangi timbulnya penyakit, media tabur hanya digunakan untuk satu kali penaburan saja. Di samping itu setiap kali kegiatan penaburan akan dilaksanakan, rak tabur dan bak tabur/bedengan terlebih dahulu dicuci dan semprot dengan fungisida.

3. Pengisian Media Sapih ke Dalam Pot dan Penyusunan Pot

Pengisian media pada pot yang berkelompok menjadi satu

a. Cara Manual

Pengisian media ke dalam pot dikerjakan di Bangsal pengisian media dengan cara sebagai berikut:

- 1) Dengan sekop, media sapih yang masih menggumpal dihancurkan ataupun diremahkan, selanjutnya diayak dengan ukuran lubang tertentu agar struktur media memenuhi persyaratan bagi pertumbuhan anakan khususnya untuk memenuhi keperluan zat asam/aerasi.
- 2) Membuat meja pengisian (*filling table*), yang ukurannya \pm panjang 2 m, lebar 1 m dan tinggi 0,65 m atau disesuaikan dengan keperluan/keadaannya. Meja tersebut digunakan untuk

mempermudah pengisian media serta sebagai upaya agar media tidak berserakan kemana-mana.

Cara pengisian media adalah sebagai berikut:

- Media ditimbun di atas meja;
 - Karena perbedaan tinggi, media akan meluncur ke bawah;
 - Pada tempat jatuhnya media, pot diletakkan sedemikian rupa sehingga media yang meluncur ke bawah langsung jatuh ke dalam lubang-lubang pot sampai semua lubang terisi media. Pot yang sudah terisi media kemudian dipindahkan dan digantikan oleh pot yang masih kosong, demikian seterusnya.
- 3) Dengan sikat, media diratakan dan dimampatkan dalam pot, kemudian dikumpulkan secara teratur di suatu tempat tertentu dan setelah cukup banyak dipindahkan ke bangsal pertumbuhan.
- 4) Di bangsal/rumah pertumbuhan, pot-pot diletakkan secara teratur di atas lantai/alas.

Untuk produksi bibit sebanyak 2.000.000 batang apabila digunakan *pot trays* (volume per lubang 183 cc), maka media pertumbuhan/sapuh yang diperlukan sebanyak 370 m³, keperluan tenaga sebesar ± 340 HOK (kapasitas kerja 150 pot/HOK).

b. Cara Mekanis

Di samping secara manual, pengisian media pertumbuhan dapat dilakukan secara mekanis, dengan alat filling line machine. Pengisian media pada pot tunggal dilakukan satu persatu hingga terpenuhi jumlah yang diinginkan.

4. Macam-Macam Pot yang Digunakan di Persemaian

Pot yang dimaksud disini adalah tempat media dan akar bersemi. Satuan antara sistem perakaran dan media disebut “gumpalan akar”. Dengan demikian, pot ialah tempat gumpalan akar. Fungsi lain ialah melindungi gumpalan akar dari tenaga fisik luar, mencegah penguapan air, memegang media agar selalu bersentuhan dengan akar dan mengarahkan pertumbuhan akar agar kompak.

Beberapa jenis pot yang digunakan di beberapa persemaian:

a. *Pot-Trays*

Pot-trays dibuat dari bahan plastik. Volume bervariasi 180 – 300 cc, tinggi 7 cm dan diameter ruangan 4 cm. Dilengkapi dengan 4 – 6 lubang bawah untuk saluran air berlebihan, gas, udara dan tempat keluarnya akar liar. Sebanyak 40 pot dirakit dalam satu baki seperti wadah telur ayam di pasar (trays). Gumpalan akan dilepas dari pot lalu disimpan untuk digunakan 2 – 3 kali. *Pot-trays* ini digunakan di ATA 267 (Kalsel), selain itu juga digunakan di PT ITCI (Kaltim) dan PT AWU (Kalsel).

b. *Dibble Tube*

Pot yang luas digunakan di persemaian Brasil ini terbuat dari bahan plastik yang dapat digunakan berulang. Bentuknya seperti cerutu, tinggi 12 cm dan diameter ruangan 2 – 3 cm dengan volume 50 cc. Pot berasal dari Hawaii. Ada lubang di bagian dasar diameter 1 cm yang berfungsi seperti pada *pot-trays*. Pada dinding sebelah dalam ada 4 alur dari atas ke dasar mengarahkan akar tumbuh ke dasar.

c. Paper Pot

Pot ini luas digunakan di Skandinavia, berasal dari Jepang, ikut ditanam. Karena lembek, maka pot selalu ditempatkan di dalam wadah khusus semacam baki. Pot dirakit dalam bentuk sarang lebah dengan perekat yang dapat lepas setelah beberapa bulan kena air penyiraman di persemaian. Tinggi bervariasi 5 – 15 cm dan diameter ruang 4 – 6 cm.

d. Jippy Pot

Pot buatan Denmark ini terbuat dari bahan *peat moss*. Juga dirakit dalam bentuk baki seperti tempat telur ayam di pasar. Tinggi 5 – 8 cm, diameter ruangan 3 – 5 cm. Pot ditanam bersama gumpalan akar. Karena lemah, maka di persemaian sampai diangkut ke lapangan, ditempatkan di dalam wadah khusus seperti *paper pot*.

e. Hicco Container

Pot dari plastik, beberapa kali penggunaan tersusun dalam baki seperti *pot tray*.

f. Vener

Sisa *vener* yang tidak digunakan di pabrik *plywood* digunting 15 x 20 cm lalu digulung berbentuk bumbung diameter 5 cm dengan tinggi 15 cm lalu ikat dengan karet gelang. Pot ini ditanam di lapangan.

g. Kantong plastik

Pot ini luas digunakan. Biasanya berwarna hitam dengan diameter ruang 4 – 7 cm dan tinggi 10 – 15 cm. Karena lemah, maka diangkat di dalam kotak, biasanya 25 – 40 bibit per kotak tanam. Tidak ikut ditanam. Hanya sekali pakai.

h. Cocopot

Cocopot yang berasal dari serat sabut kelapa dibuat sedemikian rupa membentuk pot, yang dikuatkan oleh bahan lateks atau karet alam, sehingga bahan ini 100% natural. *Cocopot* memberikan kemudahan bagi benih untuk cepat tumbuh, tanpa menambahkan tanah ke dalamnya. Bentuknya yang efisien dan ramah lingkungan, membuat *cocopot* menjadi alternatif yang paling sesuai untuk menyelamatkan bumi dari pencemaran bahan limbah yang berbahaya. *Cocopot* memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan air dan pupuk yang cukup lama, hasilnya pupuk akan awet, dan yang lebih penting, tingkat pertumbuhan semai tetap cepat.

D. Penyapihan Bibit

Penyapihan dilakukan untuk memindahkan bibit siap saph dari bak perkecambahan ke dalam pot yang telah diisi media saph dan dilaksanakan di rumah pertumbuhan. Perlengkapan yang digunakan pada penyapihan antara lain : Alat pembuat lubang pada media sebesar pensil, alat penjepit/pinset terbuat dari bambu/kayu dan cawan kecil untuk tempat kecambah yang akan dipindahkan.

Teknik penyapihan adalah sebagai berikut :

- 1) Sebelum penyapihan dilaksanakan, media (dalam pot) disiram sampai jenuh.
- 2) Kecambah yang sudah siap saph dibawa ke areal penyapihan (rumah pertumbuhan) bersama dengan bak perkecambahannya.
- 3) Dengan alat pelubang, pada media pot dibuat lubang sedalam panjang akar kecambah lebih sedikit.

- 4) Kecambah dipindahkan dari media kecambah dengan alat penjepit, kemudian dimasukkan/ditanam ke dalam lubang yang telah disiapkan. Selanjutnya media di sekitar kecambah ditekan sehingga tidak terdapat rongga-rongga di sekitar akar.
- 5) Setelah itu dilakukan penyiraman terhadap media pertumbuhan/sapuh sampai jenuh. Penyiraman harus dilakukan dengan alat penyemprot yang pancarannya halus.
- 6) Semai yang belum siap sapuh, atau yang belum sempat untuk disapuh dikembalikan lagi ke **Germination house** untuk mendapatkan perawatan secara khusus.
- 7) Bila rumah pertumbuhan belum dapat dibangun, penyapuhan dapat dilakukan langsung di bedeng sapuh.
- 8) Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyapuhan bibit antara lain: (a) akar tidak boleh terlipat; (b) semai berdiri tegak lurus; (c) semai tidak boleh terlalu banyak dipegang agar terhindar dari luka; dan (d) penyiraman semai harus hati-hati.

Di rumah pertumbuhan semai dirawat sampai 2 minggu dengan maksud untuk mempercepat pertumbuhan dan memungkinkan semai dianggap kuat untuk dipindahkan ke bedeng pertumbuhan, untuk penyapuhan 2.000.000 kecambah diperlukan 1.600 HOK dengan kapasitas kerja + 1.250 kecambah per HOK.

E. Perawatan dan Pemeliharaan Bibit

Kegiatan perawatan dan pemeliharaan bibit meliputi; penyiraman, pemupukan, penyulaman, perumputan, pemotongan akar, serta pemberantasan hama dan penyakit

1. Penyiraman

Maksud dan tujuan penyiraman ialah memberikan air dalam jumlah cukup sehingga tercipta suatu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan. Di persemaian, air yang cukup merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi. Air yang berlebihan atau dalam keadaan kurang akan berpengaruh jelek terhadap pertumbuhan.

Intensitas penyiraman tergantung pada: iklim (curah hujan, temperatur, kelembaban, dll.), jenis yang disemaikan, bahan media serta peralatan penyiraman yang digunakan. Namun demikian secara umum penyiraman dapat dilakukan dua kali sehari yaitu pada pagi hari dan sore. Penyiraman yang baik adalah penyiraman yang membuat tanaman cukup terpelihara kelembabannya dan dilaksanakan tepat pada waktunya.

Penyiraman dapat dilaksanakan secara mekanis ataupun manual, namun untuk skala yang cukup besar, penyiraman secara mekanis akan lebih cepat, kuantitas air merata dan sekaligus menguntungkan.

Bila penyiraman dilakukan secara mekanis peralatan penyiraman yang harus diadakan antara lain :

- 1) Sumur artesis atau sumber air jernih lainnya yang selalu ada sepanjang tahun. Persyaratan air jernih harus diperhatikan agar sprinkle yang digunakan terjamin keawetannya.
- 2) Sumur bor dengan kelengkapan pompa di dalamnya (apabila memakai sumur artesis).
- 3) Generator set berkekuatan 28 HP/20 KVA untuk menghidupkan pompa pengisap air. Untuk menjamin

tersedianya tenaga listrik secara berkesinambungan sebaiknya menyambung dari PLN.

- 4) Water tank kapasitas ± 4 (empat) m³ untuk menampung air yang telah di pompa dari sumur bor.
- 5) Pompa air untuk menyedot air dari water tank selanjutnya dengan tekanan pompa, air didistribusikan ke setiap sprinkle untuk dipancarkan.
- 6) Filter yang berguna untuk menyaring air di dalam water tank sebelum disedot ke jaringan penyiraman.
- 7) Stop kran untuk mengatur aliran air ke dalam pipa cabang yang dikehendaki.
- 8) Pipa galvanis diameter 4 inchi (pipa induk) dan pipa cabang diameter 2 inchi

2. Pemupukan

Pemupukan bertujuan untuk meningkatkan produktivitas media pertumbuhan/semay agar hasil produksi bibit berkualitas baik. Penggunaan pupuk diharuskan mengingat beberapa faktor: sifat pupuk yang digunakan, sifat media pertumbuhan/sapuh dan sifat bibit yang diusahakan. Pupuk yang biasa dipakai di persemaian adalah NPK (15 : 15 : 15).

Pemberian pupuk dapat dilakukan dalam bentuk granular/butiran ataupun sistem larutan. Dengan sistem larutan pemupukan dilakukan memakai gembor, sprayer atau langsung menggunakan sprinkler pada jaringan penyiraman, sedangkan pemupukan secara granular/butiran dilakukan dengan menaburnya dengan tangan. Bila pemupukan menggunakan sistem larutan,

konsentrasi yang dianjurkan tidak melebihi 2%, dan setelah selesai pemupukan segera disiram dengan air bersih.

Bibit yang berumur kurang dari satu bulan diberi pupuk NPK 10 gram/m² interval waktu satu minggu sekali. Bibit berumur lebih dari satu bulan diberi pupuk NPK 20 gram/m² interval waktu 2 minggu sekali. Pemupukan sudah dihentikan 3 minggu sebelum bibit diangkut ke lapangan.

3. Penyulaman

Penyulaman bertujuan untuk mengganti bibit yang mati atau merana pertumbuhannya. Seminggu setelah penyapihan, pertumbuhan bibit diperiksa, apabila dijumpai bibit yang mati atau jelek pertumbuhannya segera diganti/disulam dengan menggunakan bibit yang kurang lebih sama tingginya atau seumur. Teknik yang digunakan dalam penyulaman sama dengan teknik penyapihan.

4. Perumputan dan Pemotongan akar

a) Perumputan

Maksud perumputan adalah menghilangkan rumput atau tumbuhan liar yang tidak diinginkan tumbuh bersama semai/bibit. Tujuannya ialah membebaskan semai/bibit dari persaingan dengan tumbuhan liar dalam hal memperoleh cahaya, udara, air dan unsur hara. Di samping itu tumbuhan liar yang ada akan merupakan sumber hama dan penyakit. Perumputan sering banyak menyita waktu dan tenaga, karena harus dilakukan berulang-ulang. Oleh karena itu, untuk mengerjakan perumputan harus dicari cara efisien

dan efektif tanpa merusak semai yang harus dijaga pertumbuhannya.

Untuk mencegah berkembangnya tumbuhan liar tindakan-tindakan yang perlu dilakukan antara lain:

- 1) Areal persemaian dibersihkan dari rumput atau tetumbuhan lainnya sampai ke akar- akarnya. Kemudian ditutup dengan koral atau batu kerikil.
- 2) Benih yang akan disemai jangan sampai tercampur dengan benih tumbuhan liar.
- 3) Tanah, pasir, batu, ataupun bahan lain untuk membuat persemaian diusahakan bersih dari biji dan tumbuhan liar.
- 4) Dan tindakan lain yang dimaksudkan untuk mengusahakan agar persemaian selalu bersih.

b) Pemotongan akar

Pemotongan akar dalam rangka pemeliharaan, dilakukan terhadap akar-akar yang telah keluar dari potnya. Caranya bisa dipergunakan gunting atau tangan biasa.

5. Pemberantasan Hama dan Penyakit

a) Hama

Yang dimaksud hama tanaman ialah gangguan yang dapat mengakibatkan semai/tanaman yang disebabkan oleh binatang seperti serangga, cacing, tikus dan sebagainya. Di persemaian kerusakan bibit karena hama sering terjadi dan menyebabkan kematian sehingga menimbulkan kerugian cukup besar.

Cara pemberantasan hama dilakukan dengan beberapa cara, antara lain secara kimiawi. Bahan kimia yang dipakai untuk

membunuh serangga (insektisida) adalah basudin atau supracide konsentrasi 0,1 – 0,2%; untuk membunuh tikus dapat digunakan berbagai jenis roudentisida.

b) Penyakit

Suatu tanaman disebut berpenyakit apabila pada tanaman tersebut terdapat perubahan proses fisiologis yang disebabkan oleh faktor – faktor penyakit sehingga jelas ditunjukkan adanya gejala. Gejala dan penyebab penyakit penting untuk diketahui, agar tindakan pencegahan serta pemberantasan dapat dilakukan lebih dini. Di samping itu akan memudahkan dalam memilih jenis bahan kimia.

Berdasarkan penyebabnya, penyakit tanaman dapat digolongkan menjadi:

- 1) Penyakit fisiologis, tidak menular dan tidak ditimbulkan oleh parasit.
- 2) Penyakit yang ditimbulkan oleh parasit menular seperti cendawan, virus, bakteri dan lain-lain.

Bahan kimia yang dapat digunakan untuk mengendalikan atau memberantas penyakit antara lain: Dithane M-45 (2%), Benlate (0,1 – 0,15%) dan Daconil (0,15%) dengan interval waktu 2 – 4 minggu sekali.

Penyakit yang umum dan berbahaya yang melanda persemaian ialah penyakit kecambah atau lodoh ("damping off"). Penyakit ini disebabkan oleh jamur yaitu *Rhizoctonia solani kuhn*, *Fusarium* spp, *Pythium* spp dan *Phytophthora* spp. Cara menyerangnya ada 3 macam:

- 1) Jamur menyerang kecambah begitu keluar dari biji dan belum muncul ke permukaan tanah, sehingga sering diduga kualitas bijinya yang rendah.
- 2) Jamur menyerang pangkal batang bibit yang masih berkecambah, sehingga bibit jatuh tersungkur ke tanah.
- 3) Jamur menyerang akar bibit yang sudah agak besar, sehingga bibit layu dan akarnya busuk. Disebut penyakit busuk akar. Jamur ini menyukai media yang lembab. Oleh karena itu kebasahan media dijaga tetap minimal. Penyiraman dikurangi.

Dapat ditambahkan bahwa penyakit dapat terjadi bukan hanya karena jamur, tetapi dapat juga disebabkan oleh pH tanah, kurangnya unsur hara tertentu pada media, kandungan air yang kurang, adanya bahan kimia yang beracun, dan kurangnya mikoriza seperti pada jenis meranti.

Penyakit lain yang sering terdapat di persemaian ialah jamur karat yang menyerang daun. Jamur ini antara lain namanya *Phyllosticta* spp. Daun yang diserang berwarna coklat tua berbentuk lingkaran yang apabila meluas daun dapat rontok.

6. *Hardening off*

Hardening off merupakan kegiatan “penderaan” yang bertujuan agar tanaman terbiasa dengan kondisi lapangan yang sebenarnya. Tanaman yang telah berumur 4-8 minggu dikeluarkan dari naungan agar dapat beradaptasi dengan lingkungan. Tanaman sudah tidak lagi diberi pupuk, tidak disiram hanya mendapat air dari hujan.

7. Seleksi

Kegiatan ini adalah mengelompokkan tanaman yang seragam dalam satu kantong plastik. Tanaman yang memiliki ukuran dan kualitas yang baik siap untuk dikirim ke lapangan. Sedangkan tanaman yang belum memenuhi standar bibit siap tanam akan mendapat perlakuan tambahan seperti pemupukan sampai bibit tersebut siap untuk ditanam.

8. Pemanenan dan Pengangkutan Bibit untuk Penanaman di Lapangan

a) Pemanenan Bibit

Saat bibit mencapai siap tanam di persemaian sangat bervariasi. Jenis *Acacia* dan *Eucalyptus* hanya memerlukan waktu ± 3 tiga bulan sedangkan jenis Pinus dan Mahoni memerlukan waktu ± 6 bulan di persemaian.

Bibit yang dipanen adalah bibit yang telah memenuhi persyaratan, yaitu antara lain:

- 1) Pertumbuhan normal (batang lurus, daun subur dan telah mencapai tinggi minimal ± 20 cm).
- 2) Kaya perakaran dan telah membuat gumpalan dengan media pertumbuhannya.
- 3) Telah melalui hardening-off.
- 4) Tidak terserang hama dan penyakit.

Seleksi bibit dilakukan sebaik mungkin agar bibit yang diangkat betul-betul bibit yang berkualitas tinggi, sedangkan bibit yang kurang normal pertumbuhannya dan belum mencapai siap tanam dikumpulkan pada tempat tertentu untuk diadakan perawatan

khusus. Sebelum diangkat dengan perlengkapan yang telah disediakan, bibit tersebut disiram terlebih dahulu.

b) Pengangkutan bibit

Pengangkutan bibit termasuk pekerjaan yang banyak memerlukan biaya dan perlu ketelitian tinggi agar bibit tersebut tidak rusak. Akan sia-sialah semua usaha di persemaian apabila bibit yang tiba di lubang tanam adalah bibit yang akarnya sudah rusak.

Pengangkutan bibit dengan menggunakan pot berkelompok dapat dilakukan dengan dua cara:

- 1) Dengan mengangkat bibit beserta potnya sekaligus ke lapangan.
- 2) Bibit berikut gumpalan medianya dilepas terlebih dahulu dari potnya lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik belanjaan atau wadah lainnya.

1) Pengangkutan Bibit Tanpa Pot

Mengangkut bibit yang dilepas dulu dari potnya dinilai lebih praktis dan lebih ekonomis karena bibit bisa lebih banyak dimuat ke dalam satu truk. Di samping itu bekas pot dapat digunakan lagi untuk memproduksi bibit pada periode penyemaian berikutnya. Kantong/tas plastik yang digunakan untuk tempat bibit (tempat pot) 30 cm x 50 cm dan tiap kantong dapat diisi \pm 40 bibit. Kualitas kantong plastik hendaknya cukup kuat dan tidak mudah sobek.

Kantong plastik yang telah diisi bibit kemudian disusun di atas rak. Rak tersebut dapat dibuat dari besi, kayu atau papan biasa. Tinggi tiang rak 175 cm, tiap rak mempunyai 6 tingkat yang luasnya 90 cm x 195 cm. Tiap rak berisi kurang lebih 60 kantong

plastik, selanjutnya rak dimuat dengan truk ke lokasi penanaman. Satu truk ukuran 3,5 ton dapat memuat 6 rak atau ± 17.000 bibit.

Dengan pengangkutan cara demikian maka kerusakan bibit dapat diperkecil meskipun bibit diangkut jarak jauh. Distribusi bibit ke lokasi penanaman dapat dengan dipikul. Satu orang dapat mengangkut/memikul 4 – 6 kantong plastik atau 160 – 240 batang bibit.

2) Pengangkutan Bibit dalam Pot

Pada dasarnya sama dengan yang diuraikan pada point 1 di atas, hanya saja bibit yang akan diangkut tidak dilepas dari potnya tetapi langsung disusun di atas rak angkut bibit. Pendistribusiannya ke lokasi penanaman menggunakan carrier. Dengan cara ini jumlah bibit yang bisa diangkut/didistribusikan lebih sedikit dari cara pertama.

Untuk pengangkutan bibit dengan menggunakan pot tunggal dianjurkan memakai kotak plastik atau kotak kayu (ukuran panjang 50 cm, lebar 50 cm dan tinggi 20 cm). Maksudnya agar bibit dapat berdiri tegak dengan posisi saling rapat antara satu dengan lainnya, sehingga tahan goncangan pada saat pengangkutan. Pendistribusian bibit ke lokasi penanaman dapat dipikul atau digendong.

Batas akhir tanggung jawab pihak persemaian adalah saat pengangkutan bibit dari lokasi persemaian ke lokasi penanaman. Pengangkutan bibit ke lokasi penanaman harus hati-hati agar resiko kerusakan tanaman dapat dikurangi. Setiap kali pengangkutan harus disertai dengan trip ticket.

9. Pelaporan

Petugas persemaian membuat laporan harian yang berisi (a) penggunaan material dan bahan produksi, (b) produksi, mutasi, kematian, dan pengiriman bibit, dan (c) penggunaan HOK tenaga kerja harian. Selain itu, disusun juga laporan mingguan dan bulanan.

V. ADMINISTRASI PERSEMAIAN

Tertib administrasi dan laporan persemaian mutlak diperlukan untuk menunjang kelancaran teknis pelaksanaan produksi bibit di persemaian. Administrasi dan laporan di persemaian yang harus dilakukan adalah: daftar sarana dan prasarana, daftar persediaan bahan, daftar kemajuan kegiatan pekerjaan persemaian, laporan mutasi bibit, laporan gabungan mutasi bibit, laporan persediaan bibit dan laporan gabungan persediaan bibit.

Alat-alat kerja, sarana dan prasarana yang dimiliki oleh tiap persemaian dicatat dalam suatu daftar untuk dapat diketahui cukup tidaknya alat kerja serta sarana dan prasarana yang dimiliki dan dapat diketahui jumlah alat yang masih dapat dipakai.

Tabel 2.1. Daftar Alat dan Sarana Prasarana

No.	Jenis Barang	Jumlah	No. Register	Tanggal Diterima	Ket.
1	2	3	4	5	6

Bahan-bahan inventaris di persemaian juga perlu dibuat daftarnya, sehingga dapat diketahui jenis, jumlah dan bahan-bahan yang tersisa. Hal ini akan mempermudah proses pengadaan bahan yang diperlukan. Contoh daftar ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.2. Daftar Persediaan Bahan di Persemaian

No.	Jenis Bahan	Jumlah	Tanggal Diterima	Penggunaan	Sisa
1	2	3	4	5	6

Pembuatan bibit di persemaian sangat terkait dengan kegiatan penanaman di lapangan, oleh karena itu ketepatan waktu pembibitan akan memperlancar kegiatan penanamannya. Untuk memonitor semua kegiatan di persemaian, maka perlu dibuat daftar kemajuan pekerjaan seperti ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.3. Monitoring Kemajuan Pekerjaan di Persemaian

No.	Tgl.	Jenis Kegiatan	Satuan	Volume	Ket.
1	2	3	4	5	6
1		Persiapan Lapangan			
		Pemilihan Lokasi	Ha		
		Pemancangan Batas	Patok		
		Pemagaran	Hm		
		Pengolahan Tanah	Ha		
		Pembuatan Gubuk	Buah		
		Kerja	Buah		
		Pembuatan Bedeng	Buah		
		Tabur	Meter		
		Pembuatan Bedeng	Meter		
		Sapuh	Buah		
		Pembuatan Jalan	Kg/liter		
		Pemeriksaan	M ³		

		Pembuatan Saluran Air Pembuatan Bak Air Pengadaan Biji Pengadaan Media Pengisian kantong	M ³		
2		Penaburan Biji			
		Seleksi Biji Perlakuan Benih Penaburan Penyiraman Penyiangan	Kg/liter Kg/liter Bedeng Bedeng Bedeng		
3		Penyapihan Bibit			
		Penyapihan Bibit Penyiraman Pemupukan Pemberantasan HPT Penyulaman	Bedeng Bedeng Bedeng Bedeng Bedeng		
4		Seleksi dan Pengepakan	Btg bibit		

Untuk mengetahui persediaan bibit yang ada di persemaian pada setiap saat, maka perlu dibuat daftar mutasi bibit. Dalam daftar ini perkembangan penambahan atau pengurangan bibit dapat diketahui setiap bulan.

Penambahan bibit dapat berasal dari kegiatan penyapihan yang baru saja dikerjakan atau dari daerah lain, sedangkan pengurangan bibit dapat berupa kematian bibit di bedeng penyapihan atau bibit sudah diangkut ke lokasi penanaman atau bibit dijual kepada pihak lain. Daftar mutasi bibit dibuat setiap bulan. Contoh daftar mutasi bibit ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2.4. Daftar Mutasi Bibit di Persemaian

No.	Jenis Bibit	Persediaan Bulan lalu	Penambahan	Pengurangan	Persediaan Bulan ini	Ket.
1	2	3	4	5	6	7

Apabila ada beberapa unit persemaian yang dikoordinir oleh satu lembaga/perusahaan, maka perlu dibuat daftar mutasi bibit gabungan, seperti ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.5. Daftar Mutasi Bibit Gabungan

No.	RPH	Jenis Bibit	Persediaan Bulan lalu	Penambahan	Pengurangan	Persediaan Bulan ini	Ket.
1	2	3	4	5	6	7	8

Dalam rangka memonitor jumlah bibit dan dan juga ukuran bibit yang ada di persemaian, maka perlu dibuat daftar persediaan bibit. Dengan daftar ini, maka dapat diketahui dengan cepat kelebihan ataupun kekurangan bibit yang ada. Apabila terdapat beberapa unit persemaian, juga perlu dibuat daftar persediaan bibit gabungan. Daftar persediaan bibit gabungan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2.6. Daftar Persediaan Bibit

No.	Jenis tanaman	Rencana		Jumlah bibit di bedeng saph			Jumlah	Ket
		Unit	Target	Tinggi <15cm	Tinggi 15-35cm	Tinggi >35cm		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Jumlah							

Ket. Tabel 2.1- 2.6 (Sumber: Kusmana, dkk., 2008).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004. *Benih Untuk Rakyat*. Suplemen Gedeha Edisi XV Tahun 2004. Kerjasama Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan. IFSP, World Agroforestry Centre-ICRAF, dan Bina Swadaya.
- Anonim, 1980. *Pedoman Pembuatan Tanaman Direktorat Jenderal Kehutanan*. Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi No. A.55
- Anonim, 1986. *Pedoman Pembuatan Persemaian Permanen Departemen Kehutanan*. Direktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Direktorat Reboisasi.
- Anonim, 2015. *Rockwool*. www.wikipedia.org/wiki/Rockwool.
- Kamil, H. 1995. *Jiffy Nursery System. Paper Presented at Seminar on Feat Based Nursery Techniques*. Heed at University of Mulawarman, Samarinda Indonesia.
- Kristoferyanuar. 2010. *Ragam Media Tanam*. Agriculture on farm. <http://blogs.unpad.ac/id>.
- Hendika.2010.*Persemaian/Pembibitan*.<http://hendikajayaputra.com/archives/440>. Diakses tgl. 2 April 2011, pukul 13.52 WITA.
- Kusmana, C., Istomo, C. Wibowo., S.W. Budi, R., I. Z. Siregar., T. Tiryana., S. Sukardjo. 2008. *Manual Silvikultur Mangrove di Indonesia. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial*. Departemen Kehutanan dan Korea International Cooperation Agency (KOICA) The Rehabilitation Mangrove Forest and Coastal Area Damaged
- Kustanti, A. 2011. *Manajemen Hutan Mangrove*. Penyunting Prof. Dr. Ir. Cecep Kusmana, MS. Penerbit IPB Press. Bogor.

- Marjenah, 2009. *Diktat Kuliah Silvikultur (Seri: Teknik Persemaian)*. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Marsono dan P. Sigit. 2001. *Pupuk Akar Jenis dan Aplikasinya*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Raharja, P. C. dan W. Wiryanta. 2004. *Aneka Cara Memperbanyak Tanaman*. Penerbit PT AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Sagala, APS. 1988, *Persemaian Permanen di Beberapa Tempat Departemen Kehutanan*. Ditjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan Balai Teknologi Reboisasi. Banjar Baru.
- Saparinto, C., 2007. *Pendayagunaan Ekosistem Mangrove*. Penerbit Dahara Prize. Semarang.
- Schmidt, L. 2002. *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. Danida Forest Seed Centre. Denmark. (Versi Bahasa Indonesia diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Seeber, G. 1976, *Nursery Techniques*. In Manual of Reforestation and Erision Control for the Philippnes. By A. Agpaoa, D. Endangan, S. Festin, J. Gumayagay, 1H. Hoenninger. G. Seeber. K. Unbel, H.J. Weidelt. Compiled By H.J. Weidelt. Eschborn.

BAGIAN III

**PEMBUATAN
KOMPOS**

I. PENDAHULUAN

Penggunaan *top soil* sebagai media pertumbuhan tanaman di persemaian lambat laun akan menyebabkan hilangnya lapisan utama tanah hutan. Padahal, sebagaimana kita ketahui *top soil* merupakan sumber utama untuk pertumbuhan vegetasi di hutan. Penambangan *top soil* yang terus menerus akan berakibat pada rusaknya tanah hutan. Untuk menghindari terjadinya penambangan *top soil* yang terus menerus, dipandang perlu untuk mencari alternatif pengganti *top soil*.

Lain daripada itu, memindahkan tanah dari suatu wilayah ke wilayah lain dapat mengakibatkan terjadinya perpindahan wabah penyakit yang mungkin terbawa oleh tanah yang dipindahkan.

Salah satu unsur pembentuk kesuburan tanah adalah bahan organik (salah satunya adalah kompos). Oleh karenanya, penambahan bahan organik ke dalam tanah amat penting. Bahan organik yang berasal dari sisa tanaman dan kotoran hewan, sisa jutaan makhluk-makhluk kecil dan sebagainya mengalami proses perubahan dahulu agar dapat dipergunakan oleh tanaman. Tanpa perubahan, unsur hara dalam bahan-bahan tersebut tetap dalam keadaan terikat, sehingga tidak bisa diserap oleh tanaman. Selama proses perubahan dan penguraian bahan organik, unsur hara mengalami pembebasan dan menjadi bentuk larut yang bisa diserap tanaman. Proses perubahan ini disebut pengomposan.

Bahan organik yang telah mengalami pengomposan mempunyai peran penting bagi perbaikan mutu dan sifat tanah.

Berikut ini sejumlah peran penting tersebut, yang dikemukakan oleh Murbandono (2003):

- a) Memperbesar daya ikat tanah yang berpasir (memperbaiki struktur tanah berpasir), sehingga tanah tidak terlalu berderai;
- b) Memperbesar struktur tanah liat atau berlempung, sehingga tanah yang semula berat akan menjadi ringan;
- c) Memperbesar kemampuan tanah menampung air, sehingga tanah dapat menyediakan air lebih banyak bagi tanaman;
- d) Memperbaiki drainase dan/atau tata udara tanah (terutama tanah yang berat) sehingga kandungan air tanah mencukupi dan suhu tanah lebih stabil;
- e) Meningkatkan pengaruh positif dari pupuk buatan (bahan organik menjadi penyeimbang bila pupuk buatan membawa efek yang negatif;
- f) Mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara, sehingga tanah menjadi tidak mudah larut oleh air pengairan atau curah hujan.

Mengingat pentingnya fungsi bahan organik dan makin intensifnya penggunaan pupuk buatan, maka perlu diperhatikan kebutuhan tanah akan bahan-bahan organik tersebut. Salah satu kebutuhan itu bisa dipenuhi oleh kompos, selain pupuk organik lainnya.

Alasan utama pemberian kompos pada tanah lebih bertujuan untuk memperbaiki kondisi fisik tanah daripada untuk menyediakan unsur hara, walaupun unsur hara pada kompos sudah ada dalam jumlah sedikit. Dengan demikian, pupuk kimia tidak dapat menggantikan fungsi kompos karena masing-masing

memiliki peran yang berbeda. Pupuk kimia berperan menyediakan nutrisi dalam jumlah yang besar bagi tanaman, sedangkan kompos cenderung berperan menjaga fungsi tanah agar unsur hara dalam tanah mudah dimanfaatkan oleh tanaman untuk menyerap unsur hara yang disediakan pupuk kimia. Penggunaan pupuk kimia dan kompos secara seimbang akan meningkatkan produktivitas tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman.

Secara ringkas berikut ini adalah beberapa perbedaan antara kompos (pupuk organik) dibandingkan dengan pupuk kimia (pupuk anorganik).

Tabel 3.1. Perbedaan Kompos dan Pupuk Kimia

No.	Kompos	Pupuk Kimia
1.	Mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap, tetapi dalam jumlah sedikit	Hanya mengandung beberapa unsur hara saja, tetapi dalam jumlah banyak
2.	Memperbaiki struktur (menggemburkan) tanah dan meningkatkan bahan organik	Tidak memperbaiki struktur tanah, bahkan penggunaan jangka panjang mengakibatkan tanah mengeras
3.	Harga relatif murah	Harga relatif mahal

4.	Menambah daya serap air	Tidak
5.	Memperbaiki kehidupan mikroorganisme dalam tanah	Tidak
6.	Dapat dibuat sendiri	Dibuat oleh pabrik

Tanah yang secara terus menerus ditanami pasti akan berkurang kesuburannya akibat kandungan unsur haranya semakin menipis. Oleh sebab itu pemupukan penting untuk dilakukan guna meningkatkan kandungan unsur hara pada tanah. Pupuk organik memiliki sifat yang ramah lingkungan meskipun efek penggunaannya cenderung lebih lambat. Pupuk organik dapat mengatur sifat tanah dan dapat berperan sebagai penyangga persediaan unsur hara bagi tanaman sehingga pupuk organik dapat mengembalikan kesuburan tanah. Pupuk organik dapat dibagi dua diantaranya pupuk organik berbentuk padat dan pupuk organik berbentuk cair (Yuliarti, 2009).

Pupuk organik yang digunakan selama ini kebanyakan bahan bakunya berasal dari sampah pertanian, kehutanan, hasil pemangkasan tanaman, dan sampah organik baik yang berasal dari pasar maupun sampah rumah tangga. Pemanfaatan sampah organik selama ini lebih banyak digunakan sebagai pupuk organik dalam bentuk padat, masyarakat jarang memanfaatkan sampah organik menjadi pupuk organik cair. Padahal pupuk organik dalam bentuk cair memiliki kelebihan dari pupuk organik dalam bentuk padat seperti lebih mudah diserap oleh tanaman karena unsur- unsur yang

terdapat di dalamnya sudah terurai dan pengaplikasiannya lebih mudah.

Selain berfungsi untuk tanaman, pupuk organik cair juga mampu mengurangi jumlah limbah yang terdapat di lingkungan serta menyehatkan lingkungan karena pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan limbah dari hasil aktivitas manusia yang memiliki kandungan unsur hara lebih dari satu unsur (Hadisuwito, 2008).

Dilihat dari bentuknya, pupuk organik dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

1. Pupuk Organik Padat

Pupuk organik padat adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan kotoran manusia yang berbentuk padat. Dari bahan asalnya, pupuk organik padat dapat dibedakan menjadi :

- a) Pupuk kandang, yakni pupuk yang bahan dasarnya berasal dari kotoran dan urin ternak.
- b) Humus, yakni hasil dekomposisi tumbuhan berupa daun, akar, cabang, ranting, dan bahan secara alami.
- c) Kompos, yakni sisa bahan organik baik dari tanaman, hewan, maupun limbah organik yang telah mengalami dekomposisi atau fermentasi.
- d) Pupuk hijau, yakni pupuk yang berasal dari tanaman atau bagian tanaman tertentu yang masih segar kemudian ditanam ke dalam tanah.

2. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan pupuk organik cair adalah mampu mengatasi defisiensi hara secara cepat, tidak bermasalah dalam pencucian hara dan mampu menyediakan hara secara cepat. Jika dibandingkan dengan pupuk cair anorganik, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman meskipun sering digunakan. Selain itu pupuk ini juga memiliki bahan pengikat sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman (Hadisuwito, 2008).

II. SEKILAS TENTANG KOMPOS

A. Mengenal Kompos

Kompos merupakan hasil fermentasi atau dekomposisi dari bahan-bahan organik seperti tanaman, hewan, atau limbah organik lainnya. Kompos yang digunakan sebagai pupuk disebut pula pupuk organik karena penyusunnya terdiri dari bahan-bahan organik.

Tabel 3.2. Sumber Bahan Organik yang Umum dimanfaatkan

No.	Asal	Bahan
1.	Pertanian <ul style="list-style-type: none">• Limbah dan residu tanaman• Limbah dan residu ternak• Pupuk hijau• Tanaman air• Penambat nitrogen	Jerami dan sekam padi, batang dan tongkol jagung, semua bagian vegetatif tanaman, batang pisang, sabut kelapa Kotoran padat, limbah ternak cair, limbah pakan ternak, cairan biogas Gliriside, terrano, mukuna, turi, lamtoro, sentrosoma, albisia Azola, ganggang biru, enceng gondok, gulma air Mikroorganisme, mikoriza, rhizobium, biogas
2.	Industri <ul style="list-style-type: none">• Limbah padat• Limbah cair	Serbuk gergaji kayu, biotong, kertas, ampas tebu, limbah kelapa sawit, limbah pengalengan makanan, dan pemotongan hewan Alkohol, limbah pengolahan kertas, limbah pengolahan minyak kelapa sawit
3.	Limbah rumah tangga	

	<ul style="list-style-type: none"> • Sampah 	Tinja, urin, sampah rumah tangga, sampah kota
--	--	---

Sumber : Sutanta (1998) dalam Indriani (2003).

Kompos mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan antara lain:

- 1) Memperbaiki struktur tanah berlempung sehingga menjadi ringan,
- 2) Memperbesar daya ikat tanah berpasir sehingga tanah tidak berderai,
- 3) Menambah daya ikat air pada tanah,
- 4) Memperbaiki drainase dan tata udara dalam tanah,
- 5) Mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara,
- 6) Mengandung hara yang lengkap, walaupun jumlahnya sedikit (jumlah hara ini tergantung dari bahan pembuat pupuk organik),
- 7) Membantu proses pelapukan bahan mineral,
- 8) Memberi ketersediaan bahan makanan bagi mikroorganisme,
- 9) Menurunkan aktivitas mikroorganisme yang merugikan.

Ada beberapa macam pupuk dari bahan organik yang dikenal, yaitu pupuk kandang, humus, pupuk hijau, dan pupuk guano. Pupuk hijau dan pupuk guano tidak mengalami penguraian atau pengomposan, sedangkan pupuk kandang dan humus melalui proses pengomposan.

Kompos merupakan semua bahan organik yang telah mengalami degradasi/ penguraian atau pengomposan sehingga berubah bentuk dan sudah tidak dikenal bentuk aslinya, berwarna

kehitam-hitaman dan tidak berbau. Bahan organik ini berasal dari tanaman maupun hewan, termasuk kotoran hewan. Namun, khusus pupuk yang dibuat dari kotoran hewan biasa disebut pupuk kandang. Adapun humus adalah hasil humifikasi atau perubahan-perubahan lebih lanjut dari kompos. Proses humifikasi ini dapat berlangsung hingga ratusan tahun.

B. Prinsip Pengomposan

Dalam pemupukan, kompos menjadi penting karena kompos merupakan pupuk organik yang bahan bakunya masih tersedia dalam jumlah banyak. Ketersediaan bahan baku ini penting dalam pembuatan kompos. Sebagai contoh, pupuk kandang tidak dapat dibuat di setiap daerah karena bahan kotoran ternak belum tentu ada di setiap daerah. Berbeda dengan sampah yang dapat dikatakan selalu ada di setiap tempat. Dengan demikian, kompospun dapat dibuat di mana saja. Dengan pembuatan kompos, selain diperoleh manfaat lain yaitu mengurangi pencemaran lingkungan.

Sebelum membuat kompos, perlulah mengetahui proses dasar pembentukan kompos tersebut. Karena dalam proses pembentukan kompos terjadi perubahan-perubahan sehingga zat-zat yang mulanya dalam keadaan terikat akan terurai sehingga dapat diserap oleh akar tanaman.

Bahan organik tidak dapat langsung digunakan atau dimanfaatkan oleh tanaman karena perbandingan C/N dalam bahan tersebut relatif tinggi atau tidak sama dengan C/N tanah. Nilai C/N merupakan hasil perbandingan antara karbon dan nitrogen. Nilai C/N dalam tanah sekitar 10 – 12. Apabila bahan organik

mempunyai kandungan C/N mendekati atau sama dengan C/N tanah maka bahan tersebut dapat digunakan atau diserap oleh tanaman. Namun demikian, umumnya bahan organik yang segar mempunyai C/N yang tinggi, seperti jerami padi 50 – 70, daun-daunan > 50 (tergantung jenisnya); cabang tanaman 15 – 60 (tergantung jenisnya); kayu yang telah tua dapat mencapai 400.

Prinsip pengomposan adalah menurunkan C/N ratio bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20). Dengan semakin tingginya C/N bahan maka proses pengomposan akan semakin lama karena C/N harus diturunkan. Waktu yang diperlukan untuk menurunkan C/N tersebut bermacam-macam dari 3 bulan hingga tahunan. Hal ini terlihat dari proses pembuatan humus di alam, dari bahan organik untuk menjadi humus diperlukan waktu bertahun-tahun (humus merupakan hasil proses lebih lanjut dari pengomposan).

Dalam proses pengomposan terjadi perubahan seperti:

- a) Karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak, dan lilin menjadi CO₂ dan air;
- b) Zat putih telur menjadi amoniak, CO₂ dan air;
- c) Peruraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman.

Dengan peruraian tersebut, kadar karbohidrat akan hilang atau turun dan senyawa N yang larut (amoniak) meningkat. Dengan demikian, C/N semakin rendah dan relatif stabil mendekati C/N tanah.

Akibat perubahan tersebut, berat dan isi bahan kompos menjadi sangat berkurang. Sebagian besar senyawa zat arang akan

hilang, menguap ke udara. Kadar senyawa N yang larut (amoniak) akan meningkat, peningkatan ini tergantung pada perbandingan C/N bahan asal. Perbandingan C/N bahan yang semakin kecil berarti bahan tersebut mendekati C/N tanah. Idealnya, C/N bahan sedikit lebih rendah dibanding C/N tanah.

Dalam pengomposan, kadar abu dan humus makin meningkat. Pada perubahan selanjutnya (diakhir pembuatan kompos), akan diperoleh bahan yang berwarna merah kehitaman. Bahan dengan kondisi semacam ini sudah siap digunakan sebagai pupuk.

Adanya perubahan-perubahan hayati jasad renik tersebut akibat banyak hal. Di antaranya adalah terjadinya penguraian bahan-bahan organik di dalam pembuatan kompos. Penguraian itu juga dipengaruhi oleh banyak faktor, di antaranya sebagai berikut:

- 1) **Kandungan** lignin, malam (*wax*), damar, dan senyawa sejenis dalam bahan asal. Semakin banyak bahan-bahan tersebut terkandung dalam bahan asal, akan makin cepat proses penguraiannya dan makin banyak bagian yang terurai menjadi kompos.
- 2) **Sifat dan ukuran bahan asal.** Makin halus dan kecil bahan kompos maka penguraiannya akan makin cepat dan hasilnya lebih banyak. Dengan semakin kecilnya bahan, bidang permukaan bahan yang terkena bakteri pengurai akan semakin luas sehingga proses pengomposan dapat lebih cepat. Sebaliknya bila bahan baku berukuran besar, permukaan yang terkena bakteri lebih sempit sehingga proses pengomposan

lebih lama. Itulah sebabnya kita harus memotong-motong atau mencacah bahan baku yang digunakan.

- 3) **Kandungan nitrogen (N) bahan asal.** Makin banyak kandungan senyawa N, bahan baku akan makin cepat terurai. Hal ini disebabkan jasad-jasad renik pengurai bahan ini memerlukan senyawa N untuk perkembangannya. Bisa dipahami jika dalam pembuatan kompos diperlukan tambahan pupuk kandang atau pupuk buatan secukupnya.
- 4) **Keasaman (pH).** Keasaman (pH) pada timbunan kompos juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Kisaran pH yang baik yaitu sekitar 6,5 – 7,5 (netral). Makin tinggi kadar pH dalam timbunan kompos maka makin cepat terjadi peruraian bahan. Untuk memperoleh kadar pH tinggi, timbunan kompos perlu ditambah dengan kapur atau abu dapur.
- 5) **Air dan udara (O₂).** Apabila kurang mengandung air, timbunan bahan akan mudah bercendawan. Hal ini jelas merugikan karena peruraian bahan menjadi lambat dan tidak sempurna. Namun, jika kandungan airnya berlebihan, juga tidak baik karena keadaan menjadi anaerob (tidak ada oksigen). Keadaan seperti ini tidak menguntungkan bagi kehidupan jasad renik pengurai. Jadi, kelembaban timbunan bahan kompos harus dijaga agar seimbang, tidak terlalu becek dan tidak terlalu kering.
- 6) **Variasi bahan.** Makin bervariasi bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kompos, maka peruraiannya relatif lebih cepat dibandingkan bahan baku yang sejenis.

7) **Suhu.** Timbunan bahan kompos akan lebih cepat mengalami peruraian bila suhunya tepat. Suhu ideal untuk proses pengomposan adalah 30 – 45°C.

Proses pengomposan dapat dipercepat dengan bantuan aktivator. Beberapa aktivator yang tersedia di pasaran antara lain OrgaDec, Stardec, EM-4, Fix-Up Plus, harmony.

Proses pengomposan tersebut ternyata juga dapat melibatkan hewan lain (organisme makro) seperti cacing tanah yang bekerja sama dengan mikroba dalam proses penguraian. Dalam hal ini cacing memakan organik yang tidak terurai, mencampur bahan organik, dan membuat rongga-rongga aerasi. Kehadiran cacing dapat mempercepat penghancuran bahan organik oleh mikroorganisme. Penguraian oleh mikroorganisme disebut pengomposan atau *composting*, sedang keterlibatan cacing (vermes) dalam proses pengomposan disebut *vermicomposting*.

C. Pedoman Teoritis

Mengingat banyak perubahan yang terjadi di dalam timbunan bahan kompos, maka perlu diperhatikan beberapa pedoman berikut bila membuat kompos.

1) Persenyawaan zat arang (C) yang mudah diubah harus secepat mungkin diubah secara sempurna. Untuk ini, diperlukan banyak udara dalam timbunan bahan kompos. Proses tersebut bisa dipercepat dengan campuran kapur dan fosfat dan/atau dengan campuran zat lemas secukupnya. Zat lemas yang digunakan yaitu yang mempunyai perbandingan C/N kecil, misalnya sampah dedaunan, sampah dapur, ampas kopi

(termasuk filternya), ampas teh, sampah buah, kotoran kuda, dan kotoran sapi.

- 2) Persenyawaan zat lemas sebagian besar harus diubah menjadi persenyawaan amoniak, tidak hanya terikat sebagai putih telur di tubuh bakteri. Untuk ini diperlukan perbandingan C/N yang baik. Jika perbandingan C/N besar, maka persenyawaan zat lemas organik di dalam bahan baku itu amat sedikit sehingga tidak akan terjadi pembebasan amoniak. Hanyut atau aliran zat lemas juga mengalami hambatan sehingga amat perlahan-lahan baru bisa tersedia untuk tanaman.
- 3) Jika perbandingan C/N-nya kecil, maka akan banyak amoniak yang dibebaskan oleh bakteri. Di sini, NH_3 di dalam tanah segera diubah menjadi nitrat yang mudah diserap tanaman. Dengan demikian harus diusahakan hasil terakhir pengomposan tidak terlalu banyak mengandung bakteri.
- 4) Pengomposan disebut baik jika zat lemas yang hilang tidak terlalu banyak. Hal ini dapat dilakukan dengan cara yang disebut denitrifikasi dan pembasuhan nitrat. Dengan cara ini, kemungkinan hilang atau menguapnya zat lemas sebagai gas NH_3 gas N dapat dicegah atau dikurangi. Karena amoniak bisa terikat pada kompleks penyerapan tanah atau bunga tanah, maka penting sekali mencampur pupuk dengan tanah. Pencampuran tersebut tidak perlu diaduk-aduk, tetapi cukup dengan menutup pupuk dengan selapis tanah.
- 5) Sisa-sisa pupuk sebagai bunga tanah harus diusahakan sebanyak mungkin. Ini mengingat kompleks putih telur dan lignin merupakan hasil akhir pembuatan kompos yang sangat

penting. Agar kadar bunga tanah bertambah, diperlukan bahan baku kompos yang banyak mengandung lignin, misalnya jerami yang berkadar 16 – 18%.

- 6) Pengomposan disebut baik jika persenyawaan kalium dan fosfor berubah menjadi zat yang mudah diserap tanaman. Dalam proses pengomposan, sebagian besar kalium dalam bentuk yang mudah larut sehingga sekitar 90 – 100% kalium itu mudah diserap tanaman. Bagaimana dengan fosfor? Dalam pengomposan, jasad-jasad renik menghisap sebagian fosfor untuk membentuk zat putih telur dalam tubuhnya. Jika pembuatan kompos berlangsung baik, maka 50 – 60% fosfor akan berupa larutan sehingga mudah diserap tanaman.

III. PENGOMPOSAN

A. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Kompos

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembentukan kompos yaitu bahan baku, suhu, nitrogen, dan kelembaban.

1. Bahan Baku

Kompos menjadi penting sebab memanfaatkan kekayaan alam yang semula terbuang. Alam telah menyediakan bahan bakunya secara berlimpah. Kita dapat memanfaatkan sisa- sisa tanaman yang terbuang, serbuk gergaji (saw dust), jerami, sampah hijau sebagai pupuk, sesudah dijadikan kompos.

Meski hampir semua bahan organik bisa dimanfaatkan, tetapi beberapa di antaranya tidak boleh digunakan dalam pembuatan kompos, sebab bisa menimbulkan bau busuk dan mengundang bibit penyakit pes. Berikut ini beberapa contoh bahan yang harus dihindari (Murbandonno, 2003).

- a) Daging, tulang, dan duri-duri ikan;
- b) Produk-produk yang berasal dari susu;
- c) Sisa makanan berlemak, misalnya sampah salad;
- d) Rumput liar dengan biji yang matang. Namun, jika akan memanfaatkannya juga, maka biji-biji tersebut harus dimatikan dahulu dengan pemanasan. Caranya ialah dengan membungkus bahan tersebut dalam kantung sampah plastik hitam dan membiarkannya terpanggang matahari antara 2 – 3 hari agar biji-biji rumput mati, sehingga rumput liar aman sebagai bahan kompos;
- e) Kotoran hewan piaraan (misalnya anjing dan kucing);

- f) Kulit-kulit keras biji kenari;
- g) Arang, abu arang, abu rokok;
- h) Potongan tanaman dan/atau rerumputan yang telah tercemar bahan-bahan kimia atau terkena hama.

Catatan: pemakaian arang dalam pembuatan kompos hanya sebagai bahan tambahan (bukan bahan baku) yang berfungsi sebagai *deodorizer* (penyerap bau).

Kecepatan suatu bahan menjadi kompos dipengaruhi oleh kandungan C/N. Semakin mendekati C/N tanah maka bahan tersebut akan lebih cepat menjadi kompos. Tanah pertanian yang baik mengandung perbandingan unsur C dan N seimbang. Keseimbangan yang baik adalah $C/N = 10/12$ atau $C:N = 10:12$. Contoh perbandingan C/N sejumlah bahan baku kompos dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.3. Beberapa Bahan dengan C/N-nya

Bahan	C/N
Kayu (tergantung jenis dan umurnya)	$\pm 200 : 400$
Pangkasan pohon (tergantung jenis dan pohonnya)	15 : 60
Jerami padi	50 : 70
Daun kering (tergantung jenisnya)	50 : 1+
Daun segar (tergantung jenisnya)	10 : 20
Kulit buah kapuk	1 : 50

Kulit buah kopi	15 : 20
Bahan pemangkasan pohon teh	15 : 17
Tangkai jagung	60 : 1
Bahan pupuk hijau, besar, tidak terlalu tua	1 : 20
Daun dadap masih muda	1 : 11
Daun tephrosia masih muda	1 : 11
Bungkil dari biji kapuk	1 : 10
Bungkil biji kacang	1 : 7
Salvia	1 : 17
Humus	10 : 1
Kotoran sapi	20 : 1
Kotoran kuda	25 : 1
Kotoran unggas	10 : 1
Kertas koran	50 – 200 : 1

Sumber: Murbandono (2003).

Bahan-bahan di atas harus dikomposkan lebih dahulu sebelum digunakan agar C/N bahan itu menjadi lebih rendah atau mendekati C/N tanah. Itulah sebabnya bahan-bahan organik tidak bisa langsung ditanam atau ditanam di dalam tanah begitu saja dan membiarkannya terurai sendiri. Alasan lainnya yaitu struktur bahan organik segar masih amat kasar, daya ikatnya terhadap air amat lemah sehingga bila langsung ditanam ke tanah, tanah

menjadi sangat berderai. Hal ini mungkin baik bagi tanah-tanah yang berat, tetapi berakibat buruk bagi tanah-tanah yang ringan, umumnya tanah berpasir. Akan lebih buruk, jika tanah yang ringan itu adalah kawasan tanah yang terbuka. Pembenaman bahan organik begitu saja di tanah yang kaya udara dan air tidaklah baik karena peruraian terjadi dengan amat cepat. Akibatnya, jumlah CO_2 dalam tanah akan meningkat dengan cepat. Kondisi ini akan sangat mengganggu pertumbuhan tanaman.

Nilai dari rasio C/N ini adalah faktor penting yang mempengaruhi kinerja bakteri. Unsur karbon (C) dimanfaatkan sebagai sumber energi di dalam proses metabolisme dan perbanyakan sel oleh bakteri. Sementara, unsur nitrogen (N) digunakan untuk sintesis protein atau pembentukan protoplasma. Pemanfaatan unsur C sebagai sumber energi bagi bakteri akan menghasilkan buangan berupa asam organik, alkohol, dan lain sebagainya. Namun, pada pembuatan kompos anaerobik, hasil buangan ini akan dimanfaatkan kembali untuk kedua kalinya sebagai sumber energi maupun pembentukan sel baru oleh bakteri. Pada proses yang kedua inilah karbon dioksida (CO_2) dan gas metan (CH_4) akan terbentuk.

Bahan organik yang mempunyai kandungan C terlalu tinggi menyebabkan proses penguraian terlalu lama. Sebaliknya, jika C terlalu rendah maka sisa N akan berlebihan sehingga terbentuk amoniak (NH_3). Kandungan amoniak yang berlebihan dapat meracuni bakteri. Oleh karena itu, jumlah rasio C/N perlu dihitung dan direncanakan secara tepat.

Untuk mendapatkan rasio C/N 30 : 1 dilakukan dengan cara mencampur beberapa jenis bahan dengan asumsi “berat” maupun “volume” per bagian bahan adalah sama. Caranya, dengan membuat perbandingan yang sangat bervariasi, misalnya 1 bagian bahan dengan kandungan unsur C “banyak” dicampur dengan bahan lain dengan 2 bagian C “sedikit” atau beberapa kombinasi lainnya. Untuk lebih jelasnya, perhatikan contoh teknik penghitungan sederhana rasio C/N berikut ini.

Contoh penghitungan:

1. Campurkan 2 kg bahan kacang-kacangan (rasio C/N 15:1) dengan 1 kg batang jagung (rasio C/N 60 : 1). Berapakah rasio C/N totalnya?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Rasio C/N dari bahan campuran} &= (2 \text{ kg} \times \text{kacang-kacangan}) + \\ &(1 \text{ kg} \times \text{batang jagung}) \\ &= (2 \times 15/1) + (1 \times 60/1) \\ &= (30/2) + (60/1) \\ &= 90/3 = 30/1 \end{aligned}$$

2. Bahan yang tersedia di gudang hanya berupa serbuk gergaji dengan kandungan rasio C/N 500:1 sebanyak 1 kg. Serbuk gergaji tersebut dicampur dengan kotoran kuda yang kandungan rasio C/N 25 : 1 sebanyak 5 kg. Agar mendapatkan komposisi rasio C/N 30 : 1, berapakah berat serbuk gergaji yang dicampurkan dengan kotoran kuda sebanyak 5 kg?

Penyelesaian:

Diketahui:

Rasio C/N serbuk gergaji 500 : 1

Rasio C/N kotoran kuda 25 :1

A = berat kotoran kuda 5 kg

B = berat serbuk gergaji

Ditanyakan:

Berapa berat serbuk gergaji (B)?

Jawab:

$$\frac{(A \times 25) + (B \times 500)}{A + B} = 30$$

$$\frac{(5 \times 25) + (B \times 500)}{5 + B} = 30$$

$$125 + 500 B = 30 (5 + B)$$

$$125 + 500 B = 150 + 30 B$$

$$500 B - 30 B = 150 - 125$$

$$470 B = 25$$

$$B = 25/470$$

$$= 0,0531 \text{ kg serbuk gergaji}$$

Jadi, apabila di dalam gudang tersedia 1 kg serbuk gergaji maka cukup diambil 0,0531 kg saja untuk mendapatkan perbandingan optimal rasio C/N 30:1 yang dicampurkan pada 5 kg kotoran kuda.

3. Untuk mendapatkan rasio C/N 30:1, berapakah berat kotoran kuda yang dicampurkan pada 1 kg serbuk gergaji?

Penyelesaian:

Diketahui:

Rasio C/N serbuk gergaji 500 : 1

Rasio C/N kotoran kuda 25 : 1

A = berat serbuk gergaji 1 kg

B = berat kotoran kuda

Ditanyakan:

Berapa berat kotoran kuda (B)?

Jawab:

$$\frac{(A \times 500) + (B \times 25)}{A + B} = 30$$

$$\frac{(1 \times 500) + (B \times 25)}{1 + B} = 30$$

$$500 + 25 B = 30 (1 + B)$$

$$500 + 25 B = 30 + 30 B$$

$$500 - 30 = 30 B - 25 B$$

$$470 = 5 B$$

$$B = 470/5$$

$$= 94 \text{ kg kotoran kuda.}$$

Selain kandungan C/N dalam bahan, permukaan bahan (ukuran besar kecilnya bahan) juga mempengaruhi kecepatan pengomposan. Semakin luas permukaan bahan, semakin lama proses pengomposannya. Oleh karena itu, untuk mempercepat proses tersebut permukaan bahan (ukuran) perlu diperkecil dengan cara dipotong atau dicacah. Ukuran bahan yang ideal antara 4 – 5 cm. Bahan tersebut dapat dipotong secara manual (dengan parang atau pisau) atau dapat pula dengan alat pemotong. Alat pemotong ini beraneka ragam model dan merknya, ada yang dijalankan dengan bensin atau listrik; ada yang berkapasitas 3,5 – 6 tenaga

kuda atau 1 tenaga kuda. Bagi kebutuhan rumah tangga, sudah cukup jika tersedia alat potong yang mampu memotong dahan-dahan pohon yang bergaris tengah sekitar 4 cm.

Pengomposan dari beberapa bahan akan lebih baik dan lebih cepat. Pengomposan bahan organik dari tanaman akan lebih cepat bila ditambah dengan kotoran hewan. Ada juga yang menambah bahan makanan zat pertumbuhan yang dibutuhkan mikroorganisme sehingga selain dari bahan organik, mikroorganisme juga mendapatkan bahan tersebut dari luar.

2. Suhu

Menjaga kestabilan suhu (mempertahankan panas) amat penting dalam pembuatan kompos. Suhu ideal antara 40 – 50°C, bila suhu relatif rendah mikroorganisme belum dapat bekerja atau dalam keadaan dorman. Aktivitas mikroorganisme dalam proses pengomposan tersebut juga menghasilkan panas sehingga untuk menjaga suhu tetap optimal sering dilakukan pembalikan. Lain daripada itu, cara lain untuk menjaga agar suhu tetap optimal adalah dengan menimbun bahan sampai ketinggian tertentu, idealnya 1,25 – 2 m. Timbunan yang terlalu rendah akan menyebabkan panas mudah menguap. Hal ini disebabkan tidak adanya bahan material yang digunakan untuk menahan panas dan menghindari pelepasan panas.

Suhu yang rendah menyebabkan bakteri pengurai tidak dapat berbiak atau bekerja secara wajar. Dengan demikian, pembuatan kompos akan berlangsung lama. Sebaliknya, bila timbunan terlalu tinggi membuat bahan-bahan jadi memadat, suhu menjadi terlalu

tinggi, dan udara di dasar timbunan berkurang. Suhu yang terlalu tinggi dapat membunuh bakteri pengurai. Namun demikian, ada mikroba yang bekerja pada suhu yang relatif tinggi, yaitu 80°C seperti *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga* sp. Kedua jenis mikroba ini digunakan sebagai aktivator dalam proses pengomposan skala besar atau skala industri, seperti pengomposan tandan kosong kelapa sawit.

Pada kondisi timbunan yang kekurangan udara dapat memacu pertumbuhan bakteri anaerobik yang dapat menimbulkan bau tidak enak.

3. Nilai C/N bahan

Nitrogen adalah zat yang dibutuhkan bakteri penghancur (*dekomposer*) untuk tumbuh dan berkembang biak. Timbunan bahan kompos yang kandungan nitrogennya terlalu sedikit (rendah) tidak menghasilkan panas sehingga pembusukan bahan-bahan menjadi amat terhambat. Oleh karenanya semua bahan dengan kadar C/N yang tinggi, misalnya kayu, biji-bijian yang keras, dan tanaman menjalar, harus dicampur dengan bahan-bahan yang berair. Pangkasan daun dari kebun dan sampah lunak dari dapur amat tepat digunakan sebagai bahan pencampur. Apabila tidak tersedia bahan-bahan yang mengandung nitrogen, bahan kompos bisa ditambah dengan berbagai pupuk organik, misalnya pupuk kandang.

4. Kelembaban

Kelembaban di dalam timbunan kompos mutlak harus dijaga. Kelembaban yang tinggi (bahan dalam keadaan becek) akan mengakibatkan volume udara menjadi berkurang. Makin basah timbunan bahan, maka kegiatan mengaduk harus sering dilakukan. Dengan demikian, volume udara terjaga stabilitasnya dan pembiakan bakteri anaerobik bisa dicegah.

Sampah-sampah hijau umumnya tidak membutuhkan air sama sekali pada awal pembuatan kompos. Namun, pada dahan dan ranting kering serta rumput-rumputan harus diberi air pada saat membuat timbunan kompos. Secara menyeluruh, kelembaban timbunan harus mencapai 40 – 60%, atau keadaannya selembab karet busa yang diperas.

Timbunan kompos akan mulai berasap saat panas mulai timbul. Pada saat itu, bagian tengah mungkin menjadi kering. Jika hal itu terjadi, proses pembusukan bisa berhenti secara mendadak. Untuk mencegah keadaan ini, panas dan kelembaban dalam timbunan bahan perlu dikontrol. Caranya dengan menusukkan tongkat ke dalam timbunan. Jika tongkat hangat dan basah, serta tidak tercium bau busuk, berarti proses pengomposan telah berjalan baik.

Di daerah yang bercuaca kering, timbunan bahan kompos dapat disiram tiap 4 – 5 hari sekali. Sebaliknya, di daerah yang banyak curah hujannya, timbunan kompos harus dijaga agar tidak terlalu becek. Salah satu caranya dengan membuat puncak timbunan menyerupai atap dan agak membulat agar dapat mengalirkan air. Namun, bila hujan tak ada hentinya dan amat

deras, timbunan perlu ditutup dengan plastik atau kain terpal untuk menjaga kelembaban. Apabila berbagai upaya telah dilakukan dan timbunan kompos masih tetap terlalu basah atau becek sehingga bakteri anaerobik mulai tumbuh, maka perlu dilakukan pengadukan setiap hari. Hal ini dapat mengembalikan keadaan yang normal.

B. Cara Membuat Kompos

Pembuatan kompos ada berbagai cara, tetapi semua cara tersebut mempunyai konsep dasar yang sama. Konsep dasar ini dapat juga disebut pembuatan kompos secara umum sehingga cara pembuatan ini perlu diketahui agar dalam memodifikasi cara pembuatan kompos tidak terjadi kesalahan.

Dalam pembuatan kompos, waktu yang diperlukan umumnya sekitar 3 – 4 bulan. Namun, waktu ini dapat dipercepat menjadi 4 – 6 minggu dengan diberinya tambahan atau aktivator bagi bakteri pengurai. Untuk mempercepat proses pengomposan umumnya dilakukan dalam kondisi aerob karena tidak menimbulkan bau. Namun, proses pengomposan dengan bantuan *effective mircoorganisms (EM4)* berlangsung secara anaerob (sebenarnya semi anaerob karena masih ada sedikit udara dan cahaya). Dengan metode ini, bau yang dihasilkan ternyata dapat hilang bila proses berlangsung dengan baik.

1. Mengenal EM4

Larutan *effective mircoorganisms 4* atau yang disingkat EM4 ditemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang. Adapun penerapannya di Indonesia banyak

dibantu oleh Ir. Gede Ngurah Wididana, M.Sc. larutan EM4 ini berisi mikroorganisme fermentasi.

Jumlah mikroorganisme di dalam EM4 sangat banyak, sekitar 80 genus. Mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada lima golongan yang pokok, yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus* sp., *Streptomyces* sp., ragi (yeast), Actinomycetes.

a. Bakteri Fotosintetik

Bakteri ini merupakan bakteri bebas yang dapat mensintesis senyawa nitrogen, gula, dan substansi bioaktif lainnya. Hasil metabolit yang diproduksi dapat diserap secara langsung oleh tanaman dan tersedia sebagai substrat untuk perkembangan mikroorganisme yang menguntungkan.

b. *Lactobacillus* sp. (Bakteri Asam Laktat)

Bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai hasil penguraian gula dan karbohidrat lain yang bekerjasama dengan bakteri fotosintesis dan ragi. Asam laktat ini merupakan bahan sterilisasi yang kuat yang dapat menekan mikroorganisme berbahaya dan dapat menguraikan bahan organik dengan cepat.

c. *Streptomyces* sp.

Streptomyces sp. mengeluarkan enzim streptomisin yang bersifat racun terhadap hama dan penyakit yang merugikan.

d. Ragi (*Yeast*)

Ragi memproduksi substansi yang berguna bagi tanaman dengan cara fermentasi. Substansi bioaktif yang dihasilkan oleh ragi berguna untuk pertumbuhan sel dan pembelahan akar. Ragi ini

juga berperan dalam perkembangan atau pembelahan mikroorganisme menguntungkan lain seperti *Actinomycetes* dan bakteri asam laktat.

e. *Actinomycetes*

Actinomycetes merupakan organisme peralihan antara bakteri dan jamur yang mengambil asam amino dan zat serupa yang diproduksi bakteri fotosintesis dan mengubahnya menjadi antibiotik untuk mengendalikan patogen, menekan jamur dan bakteri berbahaya dengan cara menghancurkan kitin yaitu zat esensial untuk pertumbuhannya. *Actinomycetes* juga dapat menciptakan kondisi yang baik bagi perkembangan mikroorganisme lain.

Dalam proses fermentasi bahan organik, mikroorganisme akan bekerja dengan baik bila kondisi anaerob, pH rendah (3 – 4), kadar garam dan kadar gula tinggi, kandungan air sedang 30 – 40%, kandungan antioksidan dari tanaman rempah dan obat, adanya mikroorganisme fermentasi, dan suhu sekitar 40 – 50°C.

Selain berfungsi dalam proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik, EM4 juga mempunyai manfaat yang lain, seperti:

- a) Memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah;
- b) Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, dan
- c) Menyehatkan tanaman, meningkatkan produksi tanaman, dan menjaga kestabilan produksi.

Selain mempercepat pengomposan, EM4 dapat diberikan secara langsung untuk menambah unsur hara tanah dengan cara disiramkan ke tanah, tanaman, atau disemprotkan ke daun tanaman.

Kompos yang dihasilkan melalui fermentasi dengan pemberian EM4 dinamakan *bokashi*. Kata *bokashi* diambil dari bahasa Jepang yang berarti bahan organik yang difermentasikan. Oleh orang Indonesia kata *bokashi* dipanjangkan menjadi “bahan organik kaya akan sumber kehidupan”.

2. Persiapan

Sebelum proses pembuatan berlangsung, terlebih dahulu perlu dipersiapkan tempat dan bahan-bahannya.

a. Tempat

Pembuatan *bokashi* tidak memerlukan tempat khusus. Dalam gudang atau gubuk juga dapat dilakukan. Perlu diperhatikan, proses tersebut tidak terkena matahari maupun hujan secara langsung. Oleh karenanya, tempat pembuatan diusahakan beratap. Alasnya sebaiknya disemen atau diberi ubin, tetapi bukan hal yang mutlak. Bila pengomposan dilakukan di atas tanah, sebaiknya diberi alas, misalnya plastik (terpal).

b. Bahan

Bahan utama (bahan organik) yang dibutuhkan untuk membuat *bokashi* ada beberapa macam seperti jerami, pupuk kandang, rumput, pupuk hijau, sekam, atau serbuk gergaji. Karena bahan pembuatnya sangat beragam, maka nama *bokashi* yang dihasilkan juga bermacam-macam, seperti *bokashi* pupuk kandang, *bokashi* pupuk kandang dan arang, *bokashi* pupuk kandang dan tanah, serta *bokashi* ekspres. Bahan organik yang masih hijau akan menghasilkan *bokashi* yang lebih kaya asam amino dan asam organik yang bermanfaat untuk pertumbuhan EM.

Bahan lain yang mutlak diperlukan adalah dedak. Kebutuhan dedak ini sekitar 10% dari total *bokashi* yang akan dihasilkan. Namun, bila bahan organik berupa kotoran hewan (bukan pupuk kandang) maka kebutuhannya lebih banyak, sekitar 15 – 20%.

Sebagai sumber energi atau makanan bagi bakteri, pada tahap awal sebelum proses fermentasi diperlukan molase (tetes tebu). Molase ini dapat diganti dengan gula putih atau gula merah. Dari ketiga bahan tersebut molase lebih baik daripada gula merah dan gula merah lebih baik daripada gula putih. Hal ini dapat dipahami karena molase mengandung asam amino yang lebih baik daripada gula merah dan kandungan asam amino dalam gula merah lebih bagus dibandingkan gula putih.

Selain dosis di atas, dalam pembuatan *bokashi* dapat juga digunakan takaran atau dosis yang umum. Bila akan menghasilkan 1 ton *bokashi*, dapat digunakan takaran atau dosis: 80% bahan organik, 10% pupuk kandang, 10% dedak, 1 liter EM4, 1 liter molase ($\frac{1}{2}$ kg gula pasir atau $\frac{1}{2}$ gula merah), serta air secukupnya (kadar air 30%).

C. Tahapan Pembuatan Kompos

Pembuatan berbagai macam kompos/*bokashi* pada dasarnya tidak berbeda. Tahap-tahap pembuatan *bokashi* adalah sebagai berikut:

1. Larutan EM4 + gula + air dicampur merata.
2. *Bokashi* jerami: jerami yang sudah dicacah (dipotong-potong) + dedak + sekam dicampur merata.

Bokashi pupuk kandang: pupuk kandang + sekam + dedak dicampur merata.

Bokashi pupuk kandang-arang: pupuk kandang + dedak + arang sekam/ arang serbuk gergaji/ arang batok kelapa dicampur merata.

Bokashi pupuk kandang-tanah: tanah + pupuk kandang + arang sekam/ arang serbuk gergaji/ arang batok kelapa + dedak dicampur merata.

Bokashi ekspres: jerami kering (bahan yang lain) + *bokashi* yang sudah jadi + dedak dicampur merata.

3. Bahan-bahan (butir 2) disiram larutan (butir 1). Pencampuran dilakukan perlahan-lahan dan merata hingga kandungan air \pm 30 – 40%. Kandungan air yang diinginkan diuji dengan menggenggam bahan. Kandungan 30 – 40% ditandai dengan tidak menetesnya air bila bahan digenggam dan akan mekar bila genggam dilepaskan.
4. Bahan yang telah dicampur tersebut diletakkan di atas tempat yang kering atau dimasukkan ke dalam ember atau karung. Bila diletakkan di lantai, bahan sebaiknya ditumpuk secara teratur. Tumpukan bahan umumnya setinggi 15 – 20 cm, atau maksimum tumpukan 1,5 m. Setelah itu, tumpukan bahan ditutup dengan karung goni atau terpal.
5. Suhu tumpukan dipertahankan antara 40 – 50°C. Untuk mengontrolnya, setiap 5 jam sekali (minimal sehari sekali) suhu tumpukan diukur. Apabila suhunya tinggi maka bahan tersebut dibalik-balik, didiamkan sebentar (diangin-anginkan) agar suhu turun, lalu ditutup kembali. Demikian seterusnya.

6. Proses fermentasi ini berlangsung sekitar 4 – 7 hari, kecuali untuk *bokashi* ekspres, fermentasi berlangsung 24 jam (1 hari). Apabila bahannya mengandung minyak (seperti minyak kayu putih, nilam, cengkih, ampas kelapa, atau ampas tahu), proses fermentasi berlangsung lebih lama, sekitar 14 – 29 hari, karena dibutuhkan waktu untuk menetralkan minyak tersebut.
7. Setelah bahan menjadi *bokashi*, karung goni dapat dibuka. *Bokashi* ini dicirikan dengan warna hitam, gembur, tidak panas, dan tidak berbau. Dalam kondisi seperti itu, *bokashi* telah dapat digunakan sebagai pupuk.

D. Hasil Pengomposan

1. Kualitas Kompos

Kompos yang bermutu adalah kompos yang telah terdekomposisi dengan sempurna serta tidak menimbulkan efek-efek merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Kualitas kompos biasanya diidentikkan dengan kandungan unsur hara yang ada di dalamnya. Unsur hara dalam kompos terbilang lengkap (mengandung unsur hara makro dan mikro), akan terjadi peningkatan kualitas kompos apabila dilakukan fase pendiaman. Dimana fase pendiaman adalah membiarkan kompos jadi dalam tumpukan tanpa perlakuan sampai dengan lebih 1 bulan, untuk memaksimalkan bahan kimia dan reaksi dekomposisi terjadi dan kompos menjadi stabil. Setelah proses pendiaman maka kompos jadi berwarna gelap, bersifat remah dan berbau seperti tanah. Suhu tumpukan pada kompos jadi masih lebih tinggi daripada suhu udara terbuka.

Kandungan unsur hara dalam kompos dengan bahan baku eceng gondok dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.4. Kandungan Unsur Hara Kompos Eceng Gondok dibanding dengan *Top soil* Hutan Sekunder, Ilalang, dan Serbuk Gergaji

	Kompos Eceng gondok	<i>Top soil</i> hutan Sekunder	Ilalang	Serbuk gergaji
pH H ₂ O	7,14	5,93	5,89	5,30
Bhn organik (%)	13,34	2,81	3,35	42,67
C Organik (%)	7,74	1,21	2,06	24,75
KTK Efektif (me/100 gr tanah)	24,93	12,20	6,12	6,88
Kation dpt tukar				
Ca ⁺⁺ (me/100 gr tanah)	10,43	8,00	3,91	4,20
	0,91	3,73	0,37	0,35
Mg ⁺⁺ (me/100 gr tanah)	11,08	0,36	0,41	0,36
	2,51	0,10	0,22	0,06
K ⁺ (me/100 gr tanah)	5,50	4,75	28,1	29,00
Na ⁺ (me/100 gr tanah)	0,00	0,63	0,93	1,91
H ⁺ (me/100 gr tanah)				
Al ⁺⁺⁺ (me/100 gr tanah)				
N total (%)	0,63	0,27	0,20	0,06
P tersedia (ppm)	50,52	81,67	60,51	75,57
K tersedia (ppm)	61,31	8,34	4,23	8,66

Sumber: Fitriansyah (1997)

2. Kematangan Kompos

Kematangan adalah tingkat kesempurnaan proses pengomposan. Pada kompos yang telah matang, bahan organik mentah telah terdekomposisi membentuk produk yang stabil. Untuk mengetahui tingkat kematangan kompos dapat dilakukan dengan uji dilaboratorium untuk atau pun pengamatan sederhana di lapang. Berikut ini disampaikan cara sederhana untuk mengetahui tingkat kematangan kompos, yaitu:

a. Dicum/Dibau

Kompos yang sudah matang berbau seperti tanah dan harum, meskipun kompos dari sampah kota. Apabila kompos tercium bau yang tidak sedap, berarti terjadi fermentasi anaerobik dan menghasilkan senyawa-senyawa berbau yang mungkin berbahaya bagi tanaman. Apabila kompos masih berbau seperti bahan mentahnya berarti kompos belum matang.

b. Warna Kompos

Warna kompos yang sudah matang adalah coklat kehitam-hitaman. Apabila kompos masih berwarna hijau atau warnanya mirip dengan bahan mentahnya berarti kompos tersebut belum matang.

c. Penyusutan

Terjadi penyusutan volume/bobot kompos seiring dengan kematangan kompos. Besarnya penyusutan tergantung pada karakteristik bahan mentah dan tingkat kematangan kompos. Penyusutan berkisar antara 20 – 40 %. Apabila penyusutannya masih kecil/sedikit, kemungkinan proses pengomposan belum selesai dan kompos belum matang.

E. Aplikasi Kompos di Lapangan

Hilangnya bahan organik yang banyak dilaporkan disebabkan oleh pengolahan dan panen. Persentase terbesar kehilangan bahan organik saat panen terjadi pada lapisan atas tanah (top soil). Untuk mengembalikan bahan organik ke dalam tanah perlu dilakukan pemupukan dengan menggunakan pupuk organik padat. Pemupukan sebaiknya dilakukan setiap awal penanaman.

Pada dasarnya aplikasi semua bentuk pupuk organik padat baik untuk tanah dan tanaman. Namun, dengan beredarnya berbagai bentuk yang ada di pasaran berarti konsumen diberikan pilihan untuk mencari bentuk yang sesuai bagi tanaman yang dibudidayakan, baik dari segi manfaat, tenaga, maupun kalkulasi secara ekonomi sehingga didapatkan hasil optimum.

Ketidakpraktisan pupuk organik konvensional yang paling dirasakan adalah besarnya biaya tenaga kerja yang meliputi biaya angkut dan biaya tebar karena dosis pupuk konvensional yang digunakan per hektar saat sekitar 10 – 20 ton. Lain daripada itu, bau yang masih menyengat sangat mengganggu lingkungan, baik selama pemakaian maupun penyimpanan.

Pupuk organik padat konsentrat seperti bentuk butiran, pelet, dan tablet akan mempunyai rentang waktu yang berbeda dalam pelepasan unsur hara. Rentang waktu pelepasan unsur hara ditentukan oleh populasi jasad renik, pH, kelembaban, ukuran, serta kepadatan (kekerasan) pupuk.

Berdasarkan ukuran dan bentuk pupuk, dapat ditentukan sasaran pemakaian yang disesuaikan dengan kelompok atau jenis tanaman. Pupuk organik bentuk serbuk akan lebih efektif pemakaiannya daripada bentuk lain untuk jenis tanaman dengan umur panen pendek (40 - 80 hari panen) seperti sayuran (daun bawang dan selada). Pupuk organik bentuk butiran lebih cocok untuk jenis tanaman dengan umur panen sekitar 100 – 180 hari seperti cabai, tomat, dan jagung. Sementara pupuk organik bentuk tablet lebih efisien pemakaiannya untuk tanaman tahunan seperti tanaman perkebunan dan kehutanan (Musnamar, 2005).

Beberapa aplikasi pemakaian pupuk organik padat antara lain cara, dosis, dan anjuran pemupukan dijelaskan sebagai berikut (Musnamar, 2005):

1. Serbuk

Cara pemakaian pupuk organik bentuk serbuk antara lain sebagai berikut:

- a) Ditaburkan di permukaan tanah (*broadcast*).

Cara ini merupakan cara konvensional yang biasa dilakukan petani. Biasanya dilakukan pada saat pengolahan lahan. Jika masih ada waktu sebelum penanaman bibit (menunggu hujan), terkadang dilakukan pembedaman pupuk dalam tanah, walau tidak sempurna dengan menggunakan garu atau cangkul.

- b) Dicampur dengan media tanam lainnya.

Pasir atau gambut yang biasa dipakai dalam media persemaian maupun pembibitan dicampur dengan pupuk organik bentuk serbuk sebelum dimasukkan dalam bak persemaian atau polybag.

- c) Ditanam di sepanjang larikan atau di sekeliling tanaman (*side dressing/banding*).

- d) Disebar di atas permukaan tanaman (*top dressing*).

Pengaplikasiannya terutama untuk perawatan rumput lapangan golf dengan menggunakan *spreader machine*.

2. Butiran dan Pelet

Cara pemakaian pupuk organik bentuk butiran dan pelet adalah sebagai berikut:

a) Disebar

Cara ini biasa dilakukan pada tanaman padi karena cara yang lain tidak memungkinkan. Agar pemakaiannya lebih praktis, sebaiknya dicampur dengan pupuk kimia yang lain dan disebar secara bersamaan dengan pupuk dasar.

b) Ditanam di dasar lubang tanam.

Untuk pembibitan dilakukan sebelum bibit ditanam dalam *polybag*, sedangkan pemupukan bibit di lapangan dilakukan sebelum benih atau bibit ditanam.

c) Ditanam di sekeliling atau di antara tanaman.

Pengaplikasiannya dapat dilakukan pada pembibitan di *polybag* atau di lapangan.

d) Dimasukkan dalam lubang aerasi.

Lubang aerasi adalah lubang-lubang yang sengaja di buat di areal tanaman dengan menggunakan *aerator machine*. Lubang tersebut diisi dengan pupuk. Cara ini biasanya dilakukan untuk perawatan rumput di lapangan golf.

3. Tablet

Pupuk organik bentuk tablet lebih dianjurkan pemakaiannya untuk tanaman tahunan seperti tanaman perkebunan, kehutanan, atau buah-buahan. Pemakaian pupuk ini dapat menghemat biaya tenaga kerja, terutama pengurangan frekuensi pemupukan. Pemupukan biasanya dilakukan setiap 2 atau 3 bulan sekali, kemudian dijarangkan menjadi 4 – 6 bulan, bahkan satu tahun sekali tergantung ukuran dan jumlah tablet.

Pemberian pupuk organik bentuk tablet di lapangan dengan cara ditanam di sekeliling atau di samping tanaman selebar proyeksi tajuk tanaman. Untuk transplanting dapat juga ditanam di dasar lubang tanam sebelum bibit ditanam.

a. Dosis Pemupukan

Penentuan dosis pemakaian pupuk organik sangat sulit ditentukan karena berhubungan dengan kondisi tanah yang digunakan. Kebutuhan tanah yang satu berbeda dengan tanah yang lain. Idealnya, dalam pemberian sesuatu ke dalam tanah, harus diketahui yang ada dan yang belum ada di dalam tanah seperti kandungan hara dan bahan organik.

Kandungan hara di dalam tanah dapat diketahui dengan melakukan analisis data tanah tersebut. Data biasanya dapat diperoleh dengan melakukan analisis di laboratorium, dari tenaga penyuluh lapangan atau dari dinas pertanian setempat. Dari kegiatan rutin bertani dapat pula diketahui perkiraan kondisi tanah yang diolah dengan mengamati pertumbuhan dan gejala spesifik jika kekurangan unsur hara tertentu atau tanah dengan bahan organik rendah sangat boros terhadap pemakaian pupuk kimia. Dengan demikian, untuk mendapatkan hasil yang sama, dosis harus dilipat gandakan.

Dalam pemakaian pupuk organik sebenarnya jarang ditemukan kasus over dosis seperti pemakaian pupuk kimia. Aplikasi pemupukan kimia yang salah, baik dosis maupun pemakaiannya, akan berakibat fatal bagi tanaman, terutama pada tanaman muda (persemaian dan pembibitan) misalnya terjadi plasmolisis, yaitu tanaman seperti terbakar. Hal ini tidak akan

dijumpai pada pemakaian pupuk organik matang (sudah terdekomposisi sempurna). Namun, perlu dipahami bahwa pemberian pupuk organik yang berlebihan dapat mengakibatkan perkembangan vegetatif tanaman terlalu pesat sehingga memperlambat pematangan buah. Hal yang sama juga bisa mengakibatkan rebahnya batang padi dan jagung (Musnamar, 2005).

Dosis anjuran pupuk organik selain mengacu pada kandungan unsur hara dan jenis tanah biasanya juga mengacu pada kalkulasi ekonominya. Dengan dosis tersebut, pupuk kimia masih tetap digunakan, umumnya berkisar 50 – 100% dosis rekomendasi. Jadi, fungsi pupuk organik yang dipakai bukan sebagai pengganti pupuk kimia, tetapi masih melengkapi atau mengurangi penggunaan pupuk kimia.

Umumnya anjuran perbedaan dosis pemakaian pupuk organik konvensional dengan bentuk konsentrat sangat mencolok, yaitu dari 500 – 1.000 gram per tanaman menjadi sekitar 25 – 100 gram per tanaman.

Untuk mempermudah aplikasi di lapangan, biasanya produsen menyertakan sendok plastik takaran pupuk di dalam kemasan pupuk bentuk serbuk, butiran, atau pelet. Kalaupun tidak ada, sebagai perkiraan bisa dipakai ukuran satu sendok makan setara dengan 10 – 15 gram atau lebih praktis ukuran genggam tangan, yaitu satu genggam tangan orang dewasa setara dengan 25 – 35 gram.

Meskipun dosis anjuran pupuk organik konsentrat jauh lebih rendah, namun pada umumnya harga per satuan beratnya lebih

mahal. Untuk itu, dalam penghitungan biaya harus jeli dalam membandingkan biaya pemupukan dan seluruh komponen harus dikalkulasi seperti biaya pupuk, biaya tenaga, periode yang diperlukan untuk memupuk, segi kepraktisan di lapangan, dan mungkin ketersediaanya di lapangan.

Jenis tanaman yang dibudidayakan juga menentukan kesuburan tanah. Untuk tanaman tahunan (perkebunan dan buah-buahan) yang telah menghasilkan (TM) dosis anjuran pemberian pupuk organik disesuaikan dengan umur tanamannya. Semakin tua tanaman, dosis yang diberikan semakin tinggi, yaitu bisa mencapai 5 – 20 kg/tahun. Hal ini masuk akal karena penambahan organik selain memberi nutrisi, juga berfungsi untuk memperbaiki sistem kerja perakaran dengan perbaikan kondisi substrat/media di sekitar perakaran.

Pemupukan dengan tujuan pengembalian kesuburan pada lahan kritis seperti lahan bekas tambang dan reklamasi, dosis anjuran yang diberikan lebih besar karena fungsi utamanya untuk mengembalikan kondisi tanah menjadi lebih baik dalam kurun waktu tertentu. Dosis yang dianjurkan biasanya melewati suatu analisis tanah untuk mengetahui banyaknya bahan organik yang harus ditambahkan per meter persegi. Misalnya, pada tanah dengan kadar liat 26,5%; debu 70,7%; dan C-organik 2,5% maka diperlukan tambahan C-organik sekitar 4%. Jumlah tersebut setara dengan 84 ton kompos untuk luasan satu hektar.

b. Waktu Pemupukan

Kerja pupuk organik lebih lambat dibandingkan pupuk kimia karena terurainya secara mikrobiologis. Untuk itu, pemberian

sedini mungkin pada saat pengolahan lahan atau sebelum benih/bibit disebar/ditanam akan memberikan dampak yang lebih baik bagi tanaman. Berikut ini waktu pemberian pupuk berdasarkan bentuknya.

Tabel 3.5. Waktu Pemberian Pupuk pada Tanaman Berdasarkan Bentuknya

No.	Bentuk Pupuk	Tanaman	Waktu Pemberian
1.	Serbuk halus/kasar	Tanaman semusim	Saat pengolahan lahan (1-2 minggu sebelum tanam)
			Saat tanam (bersamaan dengan penanaman benih/bibit)
		Tanaman tahunan	Saat pindah lapang, pada dasar lubang tanam
			Tiap 3 atau 6 bulan sekali untuk pemeliharaan
2.	Butiran dan pelet	Tanaman semusim	Saat tanam (bersamaan dengan penanaman benih/bibit)
			Tanaman tahunan
		Tanaman tahunan	Saat pindah lapang, pada dasar lubang tanam
			Tiap 3 atau 6 bulan sekali untuk pemeliharaan
3.	Tablet	Tanaman tahunan	Saat pindah lapang, pada dasar lubang tanam
			Tiap 3 atau 6 bulan sekali untuk pemeliharaan

Sumber: Musnamar (2005). Tabel modifikasi.

c. Anjuran Pemupukan

Beberapa anjuran agar pupuk organik yang diaplikasikan lebih efektif adalah sebagai berikut:

- 1) Serbuk halus tidak efektif diaplikasikan dengan cara ditebar karena akan banyak terbang terbawa angin (seperti pemupukan pada tanaman padi).
- 2) Sebisa mungkin aplikasinya dibenamkan/tertutup tanah. Hal ini untuk menghindari kandungan unsur yang langsung tersedia bagi tanaman hilang karena proses penguapan (unsur N dan K). Selain itu, populasi mikroorganisme tanah lebih tinggi pada lapisan tanah bagian atas, maka pembenaman juga akan mempercepat proses penguraian sehingga unsur hara yang keluar akan menjadi cepat tersedia bagi tanaman.
- 3) Pupuk organik dengan dosis aplikasi rendah, penempatannya jangan terlalu jauh dari akar (*localized placement*) atau tidak melebihi lingkaran proyeksi tajuk.
- 4) Penggunaan dengan tujuan perbaikan lahan seperti tanah marginal dan reklamasi, pupuk organik bentuk serbuk dengan dosis tinggi akan lebih efektif dalam mengembalikan kesuburan tanah dibandingkan bentuk butiran, pelet, atau tablet.
- 5) Lahan pertanian dengan curah hujan tinggi seperti di pegunungan, pemberian pupuk organik sangat dianjurkan untuk mengurangi hilangnya pupuk kimia (*leaching*) akibat curah hujan tinggi.

F. Pembuatan Kompos Cair

Selain kompos padat (*bokashi*) dapat juga dibuat kompos cair atau pupuk organik cair (POC) yang dapat dibuat dari limbah kulit/buah-buahan, limbah sayuran, limbah pasar, dll. Beberapa

POC yang telah dicoba adalah dari kulit buah naga, kulit buah jeruk, buah mengkudu, kulit pisang, dll.

Dari hasil pemeriksaan kandungan unsur hara Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) pada pupuk cair berbahan dasar limbah kulit buah-buahan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.6. Kandungan Unsur Hara beberapa Pupuk Organik Cair (POC) dari Buah/Kulit Buah

Unsur Hara (%)	Jenis Bahan Baku			
	A	B	C	D
N Total (%)	3,353	2,303	0,100	0,110
P Tersedia (%)	0,364	0,666	0,482	0,529
K Tersedia (%)	0,458	0,372	0,252	0,217
Ca (%)	0,124	0,252	0,172	0,151
Mg (%)	0,021	0,007	0,158	0,191
Sumber	1)	2)	3)	3)

Keterangan:

A = Kulit buah nenas + kulit buah naga; B = Kulit buah nenas + kulit buah jeruk; C = Kulit buah nenas; D = Buah Mengkudu

¹⁾ = Sembiring (2016); ²⁾ = Ediyono (2016); ³⁾ = Cahyono (2017)

Pupuk organik cair (POC) merupakan larutan yang dihasilkan dari pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang memiliki kandungan unsur hara lebih dari satu unsur. Kelebihan POC adalah mampu memberikan hara sesuai dengan kebutuhan tanaman . POC mampu mengatasi defisiensi unsur hara secara cepat, tidak bermasalah

dalam pencucian hara dan mampu menyediakan hara secara cepat. Jika dibandingkan dengan pupuk cair anorganik, POC umumnya tidak merusak tanah dan tanaman meskipun sering digunakan. Pemberian POC dapat lebih merata dan kepekatannya dapat diatur sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, POC juga memiliki bahan pengikat sehingga larutan yang berikan ke permukaan tanah dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman.

Bahan baku POC yang sangat bagus adalah dari sampah organik yaitu sampah organik basah atau bahan organik yang mempunyai kandungan air tinggi seperti sisa buah-buahan atau sayur-sayuran. Selain mudah terdekomposisi, bahan ini juga kaya akan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Semakin besar kandungan selulosa dari bahan organik (C/N rasio) maka proses penguraian oleh bakteri akan semakin lama.

Selain yang berasal dari buah-buahan dan sayur-sayuran POC dapat pula dibuat dari air seni hewan (pupuk kandang cair). Berikut kandungan unsur hara makro yang terdapat dalam beberapa jenis hewan ternak.

Tabel 3.7. Kandungan Unsur Hara Makro Kotoran Cair Beberapa Jenis Ternak

Unsur Hara (%)	Jenis Ternak					
	Kuda	Kerbau	Domba	Sapi	Babi	Kelinci*)
Nitrogen	1,24	0,62	1,43	0,52	0,31	2,72
Fospor	0,13	-	0,01	0,01	0,05	1,10
Kalium	0,23	1,34	0,55	0,56	0,81	0,50
Kalsium	0,12	-	0,11	0,007	-	-

Sumber: Hadisuwito (2012). Bentuk tabel dimodifikasi.

*) BALITNAK (2005)

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa urine kelinci memiliki kandungan unsur N dan P tertinggi bila dibandingkan dengan kandungan urine kuda, kerbau, domba, sapi dan babi.

Pupuk kandang cair dapat digunakan bersamaan dengan kotoran padat dan pupuk hijau. Pemberian pupuk kandang cair yang baik diberikan pada tanaman yang sedang dalam masa vegetatif dan masa perkembangbiakan. Karena pada fase ini tanaman sedang banyak membutuhkan nutrisi. Selain itu, penggunaan pupuk kandang cair sebaiknya tidak dilakukan sebelum tanaman ditanam karena pupuk kandang cair mudah hilang melalui penguapan dan tercuci oleh air hujan (Hadisuwito, 2012).

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, H. 2017. *Pemanfaatan Kulit Buah Nenas (Ananas comosus Merr.) dan Buah Mengkudu (Morinda citrifolia Linn.) sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair*. Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Ediyono, R. P. 2016. *Pemanfaatan Kulit Nenas Nenas (Ananas comosus Merr.) dan Kulit Jeruk (Citrus sp.) sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair*. Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Fitriansyah, F. 1997. *Percobaan Pembuatan Kompos dari Eceng Gondok (Eichhornia crassipes Solms) dengan Metode Aerob untuk Media Tanam di Persemaian*. Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Hadisuwito, S. 2012. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Indriani, Y. H. 2003. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mundiatun. Tanpa tahun. *Faktor Penentu Kualitas Kompos*. Departemen PLH PPPPTK BOE. Malang. <http://www.vedcmalang.com>.
- Murbandono, L. 2003. *Membuat Kompos*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Musnamar, E. I. 2005. *Pupuk Organik Padat: Pembuatan & Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Purwendro, S. dan Nurhidayat. 2006. *Mengolah Sampah Untuk Pupuk dan Pestisida Organik*. Seri Agritekno. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Sembiring, K. H. M. 2016. *Pemanfaatan Kulit Buah Nenas (Ananas comosus Merr.) dan Buah Naga (Hylocereus costaricensis Haw) sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair*. Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Sofian. 2006. *Sukses Membuat Kompos dari Sampah*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Tombe, M. dan Sipayung, H. 2010. *Kompos Biopestisida*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Yuwono, D. 2005. *Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yuliarti, N. 2009. *1001 Cara Menghasilkan Pupuk Organik*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

BAGIAN IV

**HORMON
TUMBUHAN**

I. PENDAHULUAN

Pada setiap tahap dalam kehidupan suatu tumbuhan, sensitivitas terhadap lingkungan dan koordinasi respons sangat jelas terlihat. Satu bagian tumbuhan dapat mengirim sinyal ke bagian yang lain. Sebagai contoh, kuncup terminal pada ujung (apeks) suatu tunas mampu menekan pertumbuhan tunas aksiler yang mungkin saja bermeter-meter jauhnya. Tumbuhan dapat mengenali waktu harian dan waktu tahunan. Tumbuhan dapat mengindera gravitasi dan arah cahaya dan menanggapi stimulus-stimulus ini dengan cara yang kelihatannya sangat wajar bagi kita. Kita mungkin tertarik untuk menjelaskan respons ini dari sudut pandang kualitas manusia seperti kehendak, kebutuhan, kebijaksanaan, dan keputusan.

Namun demikian, sains mencari suatu mekanisme – suatu hubungan antara sebab dan akibat. Suatu tumbuhan yang diletakkan di dalam rumah mengorientasikan daunnya ke arah jendela bukan karena tumbuhan ini mencoba mendapatkan lebih banyak cahaya, akan tetapi karena sel-sel pada sisi gelap batang dan tangkai tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan sel-sel pada sisi terangnya. Mekanisme ini menyebabkan batang dan tangkai melengkung mendekati sumber cahaya. Seleksi alam lebih menyukai mekanisme respons – tumbuhan yang meningkatkan keberhasilan reproduktif, namun ini mengimplikasikan tidak adanya perencanaan yang disengaja pada bagian dari tumbuhan tersebut.

Pada umumnya, tumbuhan dan hewan merespons stimulus lingkungannya dengan cara yang sangat berbeda. Hewan, yang selalu bergerak, sebagian besar memberi respons melalui perilakunya dengan bergerak mendekati stimulus positif dan menjauhi stimulus negatif. Hidup di suatu tempat seumur hidupnya, suatu tumbuhan umumnya berespons terhadap petunjuk lingkungan dengan cara menyesuaikan pola pertumbuhan dan perkembangannya. Tumbuh-tumbuhan dari spesies yang sama memiliki variasi bentuk tubuh yang jauh lebih besar daripada variasi bentuk tubuh hewan-hewan dari spesies yang sama. Misalnya, semua singa memiliki empat tungkai dan memiliki proporsi tubuh yang praktis sebanding, akan tetapi pohon-pohon oak memiliki jumlah anggota badan dan bentuk yang tidak teratur.

Di dalam dunia tumbuhan, zat pengatur tumbuh mempunyai peranan dalam pertumbuhan dan perkembangan (*growth and development*) untuk kelangsungan hidupnya. Mengenai hal ini telah dikemukakan oleh Went bahwa “*Ohne wuchstoff, kein wachstum*” artinya “tanpa zat pengatur tumbuh berarti tidak ada pertumbuhan”.

Zat pengatur tumbuh pada tanaman (*plant regulator*) adalah senyawa organik yang bukan hara (*nutrient*), yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung (*promote*), menghambat (*inhibit*) dan dapat mengubah proses fisiologi tumbuhan.

Hormon tumbuhan (*plant hormone*) adalah zat organik yang dihasilkan oleh tanaman, yang dalam konsentrasi rendah dapat mengatur proses fisiologis. Hormon biasanya bergerak dari bagian tanaman yang menghasilkan menuju bagian tanaman lainnya.

Hormon tumbuhan secara fisiologi adalah penyampai pesan antar sel yang dibutuhkan untuk mengontrol seluruh daur hidup tumbuhan, diantaranya perkecambahan, perakaran, pertumbuhan, pembungaan dan pembuahan. Sebagai tambahan, hormon tumbuhan dihasilkan sebagai respon terhadap berbagai faktor lingkungan kelebihan nutrisi, kondisi kekeringan, cahaya, suhu dan stress baik secara kimia maupun fisik. Oleh karena itu ketersediaan hormon sangat dipengaruhi oleh musim dan lingkungan.

Hormon tumbuhan merupakan bagian dari proses regulasi genetik dan berfungsi sebagai prekursor. Rangsangan lingkungan memicu terbentuknya hormon tumbuhan. Bila konsentrasi hormon telah mencapai tingkat tertentu, sejumlah gen yang semula tidak aktif akan mulai ekspresif. Dari sudut pandang evolusi, hormon tumbuhan merupakan bagian dari proses adaptasi dan pertahanan diri tumbuh-tumbuhan untuk mempertahankan kelangsungan hidup jenisnya (Anonim, 2010).

A. Pengertian Hormon

Kata hormon berasal dari kata-kerja bahasa Yunani yang berarti “merangsang”. Ditemukan pada semua organisme multiseluler. Hormon adalah sinyal kimia yang mengkoordinasi bagian-bagian suatu organisme. Sebagaimana pertama kali didefinisikan oleh ahli fisiologi hewan, hormon adalah suatu senyawa yang dihasilkan oleh salah satu bagian tubuh dan kemudian diangkut ke bagian tubuh yang lain, di mana hormon tersebut akan memicu respons-respons di dalam sel dan jaringan

sasaran. Karakteristik penting lain dari suatu hormon adalah bahwa pembawa pesan kimiawi ini hanya dibutuhkan dalam konsentrasi yang sangat kecil untuk menginduksi perubahan besar dalam suatu organisme.

Konsep pembawa pesan kimiawi pada tumbuhan muncul dari rangkaian percobaan klasik mengenai bagaimana batang berespons terhadap cahaya. Tumbuhan rumah yang ditempatkan di dekat jendela akan tumbuh menuju sumber cahaya. Jika tumbuhan tersebut dipindahkan, maka tumbuhan itu akan segera mengorientasi kembali pertumbuhannya sampai daunnya menghadap jendela. Pertumbuhan tunas mendekati cahaya disebut **fototropisme** (*phototropism*) positif (pertumbuhan menjauhi cahaya disebut fototropisme negatif). Dalam hutan atau ekosistem alamiah lainnya dimana tumbuhan bisa tumbuh bergerombol, fototropisme akan mengarahkan pertumbuhan benih menuju cahaya matahari yang merupakan sumber tenaga untuk fotosintesis. Mekanisme apakah yang memungkinkan respons adaptif ini? Sebagian besar informasi mengenai tropisme kita peroleh setelah meneliti benih rumput, khususnya oat (gandum). Tunas dari benih rumput terbungkus dalam suatu pembungkus yang disebut **koleoptil**, yang akan tumbuh lurus ke atas jika benih itu ditanam di tempat yang gelap atau jika benih tersebut diterangi secara seragam dari segala penjuru. Jika koleoptil yang sedang tumbuh itu diterangi dari satu sisi, maka koleoptil akan melengkung menuju arah datangnya cahaya itu. Respon ini disebabkan oleh pertumbuhan sel-sel yang tidak seimbang pada sisi koleoptil yang berlawanan;

sel-sel pada sisi yang lebih gelap memanjang lebih cepat dibandingkan dengan sel-sel pada sisi yang lebih terang.

Beberapa percobaan terdahulu mengenai fototropisme telah dilakukan pada akhir abad XIX oleh Charles Darwin dan anak lakinya, Francis. Mereka mengamati bahwa benih rumput dapat membengkok ke arah cahaya hanya jika ujung koleoptil sudah ada. Jika ujung itu dibuang, koleoptil tidak akan membengkok. Benih itu juga tidak akan menuju cahaya jika ujungnya ditutupi dengan suatu tudung yang buram; baik tudung transparan yang ditempatkan pada ujung ini maupun pelindung buram yang ditempatkan agak jauh di bawah koleoptil tidak bisa mencegah respon fototropik. Ujung koleoptil itulah menurut kesimpulan Darwin, yang bertanggung jawab atas penginderaan cahaya. Namun, respon pertumbuhan yang sesungguhnya, pembengkokan koleoptil, terjadi di bawah ujung koleoptil tersebut. Charles dan Francis Darwin mengajukan hipotesis yang menyatakan bahwa suatu sinyal telah ditransmisikan ke arah bawah dari ujung ke daerah memanjang pada koleoptil tersebut. Beberapa dekade berikutnya, Peter Boysen – Jensen dari Denmark menguji hipotesis ini dan menunjukkan bahwa sinyal itu merupakan sejenis substansi yang mobil. Boysen – Jensen memisahkan ujung dari bagian koleoptil yang lain dengan menggunakan potongan gelatin, yang akan mencegah kontak seluler namun melewatkan bahan kimia. Benih ini berperilaku normal, membengkok menuju sumber cahaya. Namun, jika bagian ujung itu dipisahkan dari koleoptil bagian bawah dengan menggunakan suatu rintangan yang impermeabel, tidak ada respon fototropik yang terjadi.

Pada tahun 1926, F. W. Went, seorang ahli fisiologi tumbuhan Holland yang masih muda, mengekstraksi pembawa pesan kimiawi untuk fototropisme dengan cara memodifikasi percobaan Boysen – Jensen. Went memotong ujung koleoptil dan menempatkannya di atas sepotong agar yang terbuat dari suatu bahan bergelatin. Went berpendapat bahwa pembawa pesan kimiawi yang berasal dari ujung, seharusnya akan berdifusi ke dalam agar, dan potongan agar tersebut seharusnya mampu menggantikan ujung koleoptil tersebut. Went menempatkan potongan agar itu pada koleoptil yang telah dipotong ujungnya, yang ditaruh di tempat gelap. Potongan agar yang diletakkan di tengah pada bagian atas koleoptil menyebabkan batang tumbuh lurus ke atas. Namun, jika potongan agar itu tidak ditempatkan di tengah, maka koleoptil mulai membengkok menjauhi sisi yang ada potongan agarnya, seolah-olah tumbuh mendekati cahaya. Went menyimpulkan bahwa:

- a) Potongan agar tersebut mengandung bahan kimia yang dihasilkan oleh ujung koleoptil;
- b) Bahan kimia ini merangsang pertumbuhan ketika bahan kimia tersebut dialirkan turun dari koleoptil; dan
- c) Koleoptil tumbuh membengkok ke arah cahaya karena adanya konsentrasi yang lebih tinggi dari bahan kimia perangsang pertumbuhan pada sisi gelap koleoptil tersebut.

Went memilih nama auksin (Bahasa Yunani *auxein*, “meningkatkan”) untuk menamai pembawa pesan kimiawi, atau hormon, ini. Auksin kemudian dimurnikan, dan strukturnya ditemukan oleh Kenneth Thimann dan koleganya di California

Institute of Technology. Sesudah penemuan ini ditemukan juga hormon-hormon tumbuhan lainnya.

B. Macam-Macam Zat Pengatur Tumbuh

Saat ini ada 5 kelompok hormon yang telah diterima secara luas, tentunya di masa mendatang akan bertambah lagi jumlah hormon yang diketahui. Kelima kelompok tersebut adalah auksin, giberelin, sitokinin, asam absisat, dan etilen.

Secara umum hormon mengontrol pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan cara mempengaruhi pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel. Beberapa hormon juga memperantarai respons fisiologis jangka pendek tumbuhan terhadap stimulus lingkungan.

Masing-masing hormon memiliki efek ganda, yang bergantung pada tempat kerjanya, tahapan perkembangan tumbuhan, dan konsentrasi hormon. Semua hormon tumbuhan merupakan molekul yang relatif kecil. Peredarannya dari sel ke sel sering kali melibatkan aliran yang melewati dinding sel, suatu jalur yang menghambat pergerakan molekul besar.

Hormon tumbuhan dihasilkan dalam konsentrasi yang sangat kecil, tetapi hormon dalam jumlah yang sangat sedikit saja bisa berdampak sangat besar terhadap pertumbuhan dan perkembangan organ tumbuhan. Ini menyiratkan bahwa sinyal hormonal tersebut harus diperkuat dengan cara tertentu. Suatu hormon bisa bekerja dengan cara mengubah ekspresi gen, mempengaruhi aktivitas enzim yang ada, atau dengan cara mengubah ciri dan sifat-sifat membran. Salah satu dari kerja ini dapat mengarahkan kembali

metabolisme dan perkembangan dari suatu sel yang merespons sejumlah molekul hormon.

Reaksi terhadap suatu hormon umumnya tidak bergantung pada jumlah absolut hormon tersebut dibandingkan terhadap ketergantungannya pada konsentrasi relatifnya terhadap hormon lain. Keseimbangan hormon adalah, dan bukan hormon-hormon yang bekerja sendirian, yang mengontrol pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

1. *Auksin*

Istilah auksin pertama kali diperkenalkan tahun 1926 oleh F. W. Went, pada saat Went masih sebagai mahasiswa pascasarjana. Went menemukan bahwa beberapa senyawa (yang belum diidentifikasi) menyebabkan pembengkokan tanaman oat, sehingga mengarah pada sumber cahaya. Senyawa yang ditemukan Went banyak terkandung pada pucuk koleoptil dibanding pada organ atau jaringan lainnya.

Istilah auksin sebetulnya digunakan untuk menjelaskan segala jenis bahan kimia yang membantu proses pemanjangan koleoptil, meskipun auksin sesungguhnya memiliki banyak fungsi baik pada monokotil maupun pada dikotil. Auksin ilmiah yang diekstraksi dari tumbuhan merupakan suatu senyawa yang dinamai **asam indolasetat** (*indoleacetic acid*, **IAA**). Selain auksin ilmiah ini, beberapa senyawa lain, termasuk beberapa senyawa sintetis, memiliki aktivitas auksin. Meskipun auksin mempengaruhi beberapa aspek perkembangan tumbuhan, salah satu fungsinya yang paling penting adalah merangsang pemanjangan sel pada tunas muda yang sedang berkembang.

Auksin sebagai salah satu hormon tumbuh bagi tanaman mempunyai peranan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. dilihat dari segi fisiologi, hormon tumbuh ini berpengaruh terhadap:

- a) Pengembangan sel,
- b) Fototropisme,
- c) Geotropisme,
- d) Apical dormansi,
- e) Pertumbuhan akar,
- f) *Parthenocarpy*,
- g) Abission,
- h) Pembentukan kallus (*callus formation*), dan
- i) Respirasi.

a) Pengembangan Sel

Dalam mempelajari pengaruh auksin terhadap pengembangan sel (*cell elongation*), para ahli fisiologi telah banyak mempelajari peranan hormon tumbuh terhadap pengembangan sel.

Dalam hubungannya dengan permeabilitas sel, kehadiran auksin meningkatkan difusi masuknya air ke dalam sel. Hal ini ditunjang oleh pendapat Cleland dan Bruston (1961) dalam Abidin (1982) bahwa auksin mendukung peningkatan permeabilitas masuknya air ke dalam sel.

Di dalam tanaman fase pertumbuhan dalam siklusnya terdiri dari dua fase yaitu: fase pembelahan (*division phase*) dan fase pelebaran (*enlargement phase*). Hal ini terjadi pada sel yang mengalami vokualisasi. Pada saat sel mengalami enlargement phase, sel tidak hanya mengalami keregangan (*stretching*), akan

tetapi juga mengalami penebalan dalam pembentukan material-material dinding sel baru. Pertumbuhan sel ini distimulasi oleh karena kehadiran auksin. Adapun pengaruh auksin terhadap keadaan fisik sel perlu dilakukan penelitian lebih lanjut (Wareing dan Phillips, 1970 dalam Abidin, 1982).

Rangsangan internal yang normal menyebabkan terjadinya kerja auksin yang mempengaruhi perkembangan pucuk (*bud development*). Tunas lateral dari batang terbentuk pada ketiak daun (*axils of leaves*). Tunas-tunas yang berada dekat ujung batang biasanya tinggal dorman, tetapi tunas-tunas yang berada jauh di sebelah bawah bisa memecah dormansinya dan berkembang menjadi cabang dari batang tersebut. Dapat ditunjukkan bahwa sifat dominan dari ujung apical ini adalah karena auksin (IAA) yang dihasilkan oleh ujung yang dominan itu bergerak ke bawah menuju kuncup ketiak. Tetapi konsentrasi optimal IAA untuk pertumbuhan tunas hanyalah 1/1000 konsentrasi optimal untuk perpanjangan sel. Oleh karena itu konsentrasi IAA yang tinggi menekan perkembangan tunas. Apical yang dominan terus terjadi sampai jarak tertentu dari ujung batang sehingga konsentrasi auksin menjadi kecil dan tidak menghambat perkembangan kuncup tetapi mendorongnya. Inilah yang menyebabkan terjadinya pola pertumbuhan yang meruncing dari sistem percabangan tumbuhan (Heddy, 1996).

Auksin mengontrol perkembangan jaringan-jaringan meristem seperti kambium. Di daerah sub tropis, auksin yang dihasilkan pada musim semi oleh bagian yang aktif tumbuh berdifusi ke kambium yang akan mengaktifkan jaringan itu

membentuk kayu dan kulit kayu. Efek dari auksin pada perkembangan meristem juga jelas pada pembentukan jaringan halus.

Fungsi perkembangan auksin yang lain adalah dalam kontrol gugurnya daun dan buah. Daun dan buah terlepas dari tumbuhan pada lapisan absisi (*abscission layer*) yaitu di daerah yang terdiri dari sel-sel spesial tempat tangkai daun dan tangkai buah berhubungan dengan batang. Pada lapisan ini semen penguat antara sel yang berdekatan melarut, permeabilitas dinding sel menghilang dan sel yang melarut itu akhirnya mati, sehingga terjadilah absisi dari daun atau buah. Telah ditunjukkan bahwa pemisahan itu diatur oleh konsentrasi relatif auksin pada kedua sisi dari lapisan absisi. Sepanjang konsentrasi IAA pada daun atau pada buah lebih tinggi daripada batang, biasanya absisi tidak terjadi. Hal ini terjadi jika daun dan buah sedang tumbuh yaitu pada saat daun dan buah aktif memproduksi auksin, absisi tidak akan terjadi. Tetapi jika pembuatan auksin berhenti pada saat dewasa misalnya, konsentrasi IAA pada daun atau buah berkurang relatif dibandingkan dengan konsentrasi pada batang, terjadilah absisi.

Penanaman buah-buahan menggunakan hal ini dalam praktek. Pada musim buah, petani-petani ini menyemprot batang tumbuh-tumbuhannya dengan auksin sehingga menaikkan konsentarsi hormon dalam batang dibanding dengan pada bunga dan buah-buah yang masih muda. Akibatnya, banyak terjadi pengguguran muda dan dengan demikian mengurangi jumlah buah pada satu pohon. Buah-buah yang tinggal yang jumlahnya lebih sedikit menjadi lebih besar dan lebih baik karena lebih banyak

bahan makanan yang tersedia untuknya. Pada akhir tahun, buah-buah itu bisa disemprot dengan auksin sehingga pengguguran buah akan tertunda sehingga memungkinkan buah masak di atas pohon.

Auksin memainkan peranan yang penting dalam mengontrol perkembangan akar liar (*adventitious root*). Seperti diketahui, jika satu ujung dari batang yang berisi kuncup apical dan beberapa daun dipotong dan diletakkan di atas tanah, terbentuklah akar-akar liar dari dasar batang.

Cara pencangkakan (*cutting*) seperti itu adalah suatu cara untuk memperbanyak tumbuhan dewasa dan cara ini digunakan sebagai metode yang umum dalam hortikultura. Pembentukan akar terjadi karena adanya suatu substansi yang bergerak dari ujung terminal tunas ke daerah *vasculer* dasar batang. Substansi itu kemudian mendorong pembentukan jaringan akar. Akhirnya diketahui bahwa substansi itu adalah IAA. Larutan lemah (*weak solution*) IAA sekarang seringkali digunakan untuk mendorong pembentukan akar pada batang cangkakan (Heddy, 1996).

Auksin tidak hanya membantu dalam membuat tumbuhan baru, tetapi juga dalam membunuh tumbuh-tumbuhan tua. Jika auksin digunakan secara eksternal pada tumbuhan tertentu, pada konsentrasi yang jauh lebih tinggi daripada konsentrasi untuk mendorong pertumbuhan, maka faktor pertumbuhan ini mengganggu metabolisme dan perkembangan dari tumbuhan itu. Tumbuhan gulma (*weed*) yang termasuk dalam dikotil sangat sensitif terhadap konsentrasi auksin yang tinggi dan seringkali kemudian mematikan tanaman itu. Bagaimana auksin mematikan tumbuhan itu tidaklah diketahui tetapi efeknya menjadi sangat

penting dalam mengontrol tanaman gulma. Tumbuhan penghasil pangan monokotil seperti jagung tidak dipengaruhi oleh konsentrasi auksin yang membunuh tanaman gulma dikotil.

Jadi jelaslah bahwa *auksin* memainkan peranan yang amat penting dalam banyak perkembangan tanaman. Penelitian dikemudian hari mestilah menunjukkan bagaimana efek pada pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi serta akibat-akibatnya.

Selain merangsang pemanjangan sel untuk pertumbuhan primer, auksin mempengaruhi pertumbuhan sekunder dengan cara menginduksi pembelahan sel pada kambium pembuluh dan dengan mempengaruhi diferensiasi xilem sekunder. *Auksin* juga meningkatkan aktivitas pembentukan akar adventif pada pangkal potongan dari suatu batang, suatu efek *auksin* yang digunakan dalam bidang hortikultura dengan cara mencelupkan potongan-potongan batang di dalam media perakaran yang mengandung auksin sintesis. Benih yang sedang berkembang juga mensintesis auksin, yang meningkatkan pertumbuhan buah pada banyak tumbuhan (Campbell, dkk., 2003).

b) Fototropisme

Suatu tanaman apabila disinari suatu cahaya, maka tanaman tersebut akan membengkok ke arah datangnya sinar. Membengkoknya tanaman tersebut adalah karena terjadinya pemanjangan sel pada bagian yang tidak tersinari lebih besar dibanding dengan sel yang ada pada bagian tanaman yang tersinari. Perbedaan rangsangan (respon) tanaman terhadap penyinaran dinamakan fototropisme (*phototropisme*).

Fototropisme ini terjadi disebabkan karena tidak samanya penyebaran auksin di bagian tanaman yang tidak tersinari dengan bagian tanaman yang tersinari. Pada bagian tanaman yang tidak tersinari, konsentrasi auksinnya lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tanaman yang tersinari.

Bagaimana halnya dengan mekanisme fototropisme pada pucuk daun tanaman dikotiledon? Rupanya hal ini berbeda dengan mekanisme pada koleoptil.

Pada pucuk yang berdaun (*leafy shoot*) menunjukkan bahwa jumlah auksin yang diperlukan dalam perpanjangan batang, diperoleh dari daun muda pada pucuk. Kemudian auksin tersebut diekspor melalui petiole menuju batang (Abidin, 1982).

Untuk membuktikan pengaruh cahaya terhadap produksi auksin pada daun muda bunga matahari (*Helianthus annuus*) dan pembengkokan batang (*phototropisme curvature*), telah dilakukan penelitian terhadap pucuk-pucuk tanaman yang diberi penyinaran dalam berbagai posisi. Pada tanaman yang iluminasinya diberikan secara simetris, daun tersinari seluruhnya dengan posisi sinar tegak lurus. Sementara itu, pada tanaman yang mendapat penyinaran dengan posisi sinar membentuk sudut, maka intensitas cahaya yang diterima oleh daun yang satu dengan yang lain akan berbeda; yang selanjutnya menyebabkan pucuk tanaman tersebut membengkok ke arah datangnya sinar. Kejadian tersebut adalah sebagai akibat dari jumlah auksin yang ada di daerah yang intensitas penyinarannya lebih rendah, sehingga konsentrasi auksinnya lebih tinggi dibanding dengan daerah yang disinari dengan intensitas cahaya yang lebih tinggi. Sebagai akibat dari proses di atas, maka

pertumbuhan di daerah yang kurang peninarannya ini akan lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan di daerah yang disinari dengan intensitas lebih tinggi. Sehingga keadaan di atas mengakibatkan terjadinya pembengkokan pada ujung tanaman (Abidin, 1982).

c) **Geotropisme**

Secara umum, geotropisme berarti pengaruh gravitasi bumi terhadap pertumbuhan organ tanaman. Bila organ tanaman yang tumbuh berlawanan dengan gravitasi bumi, maka keadaan tersebut dinamakan geotropisme negatif. Contohnya seperti pertumbuhan batang sebagai organ tanaman, tumbuhnya ke arah atas. Sedangkan yang dimaksud dengan geotropisme positif adalah organ-organ tanaman yang tumbuh ke arah bawah sesuai dengan gravitasi bumi. Contohnya, tumbuhnya akar sebagai organ tanaman ke arah bawah.

Tumbuhan bisa membedakan atas dan bawah dengan cara pengendapan *statolit*, yaitu plastida khusus yang mengandung butiran pati padat, pada titik rendah sel. Pada akar, statolit terletak pada sel tertentu pada tudung akar. Menurut satu hipotesis, agregasi statolit pada titik rendah sel-sel ini akan memicu distribusi ulang kalsium, yang menyebabkan transport lateral auksin di dalam akar. Kalsium dan auksin terakumulasi di sisi yang lebih rendah pada zona pemanjangan akar. Karena bahan kimia ini larut, maka bahan kimia tersebut tidak berespons terhadap gravitasi akan tetapi harus diangkut secara aktif ke satu sisi pada akar. Pada konsentrasi tinggi, auksin akan menghambat pemanjangan sel, suatu efek yang memperlambat pertumbuhan pada sisi yang lebih rendah pada akar tersebut. Semakin cepat pemanjangan sel pada sisi atas akan

menyebabkan akar melengkung ketika akar tumbuh. Tropisme ini akan terus terjadi sampai akar tumbuh lurus ke bawah (Campbell, dkk., 2003).

d) Apical dormansi

Di dalam pola pertumbuhan tanaman, pertumbuhan ujung batang yang dilengkapi dengan daun muda apabila mengalami hambatan, maka pertumbuhan tunas akan tumbuh ke arah samping yang dikenal dengan “tunas lateral”. Misalnya saja terjadi pemotongan pada ujung batang (pucuk), maka akan tumbuh tunas pada ketiak daun. Fenomena ini kita namakan “apical dormance”.

Hubungan antara auksin dengan apical dormance pada suatu tanaman telah dibuktikan oleh Skoog dan Thimann. Dalam eksperimennya, pucuk tanaman (*apical bud*) tanaman kacang dibuang. Sebagai akibat perlakuan tersebut, maka hal ini menyebabkan tumbuhnya tunas di ketiak daun. Kemudian dilakukan pemotongan pucuk daun. Dari ujung tanaman yang terpotong itu diletakkan blok agar yang mengandung auksin. Dari perlakuan tersebut, ternyata bahwa tidak terjadi pertumbuhan tunas pada ketiak daun. Hal ini membuktikan bahwa auksin yang ada di apical bud menghambat tumbuhnya tunas lateral (Abidin, 1982).

Tindakan membuang tunas apikal umumnya digunakan oleh para petani dan ahli-ahli hortikultura untuk mendorong bentuk tanaman yang bercabang banyak dan pembentukan tunas bunga yang lebih banyak. Demikian juga, tumbuhan perdu dan pohon-pohonan dipangkas untuk membuang tunas pucuknya dan mengubah kelakuan tumbuhnya.

e) Perpanjangan Akar (*root initiation*)

Berbicara mengenai kehadiran auksin pada akar, Went dan Thimann (1937) dalam Abidin (1982) menemukan, bahwa dengan membuang pucuk tanaman akan terjadilah hambatan pada pertumbuhan pucuk tanaman tersebut. Tetapi keadaan sebaliknya terjadi pada akar. Apabila ujung akar dibuang, ternyata keadaan tersebut tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan akar.

Dalam hubungannya dengan pertumbuhan akar, Luckwil (1956) dalam Abidin (1982) telah melakukan suatu eksperimen dengan menggunakan zat kimia NAA (*α Naphtalene acetic acid*), IAA (*Indole acetic acid*) dan IAN (*Indole-3-acetonitrile*) yang ditreatmen pada kecambah kacang. Dari hasil eksperimennya diperoleh petunjuk bahwa ketiga jenis auksin ini mendorong pertumbuhan primordia akar.

Lain daripada itu, Abidin (1982) mengutip dari Delvin (1975) telah mengetahui bahwa pemberian konsentrasi IAA yang relatif tinggi pada akar, akan menyebabkan terhambatnya perpanjangan akar tetapi meningkatkan jumlah akar.

f) Pertumbuhan Batang (*stem growth*)

Hubungan antara auksin dengan pertumbuhan batang, nyata erat sekali. Apabila ujung koleoptil dipotong, kemungkinan tanaman tersebut akan terhenti pertumbuhannya.

2. Giberelin

Pada tahun 1926, ilmuwan Jepang (Eiichi Kurosawa) menemukan bahwa cendawan *Gibberella fujikuroi* mengeluarkan senyawa kimia yang menjadi penyebab penyakit tersebut. Senyawa

kimia tersebut dinamakan Giberelin. Belakangan ini, para peneliti menemukan bahwa giberelin dihasilkan secara alami oleh tanaman yang memiliki fungsi sebagai ZPT. Penyakit rebah kecambah ini akan muncul pada saat tanaman padi terinfeksi oleh cendawan *Gibberella fujikuroi* yang menghasilkan senyawa giberelin dalam jumlah berlebihan (Dewi, 2008).

Pada saat ini dilaporkan terdapat lebih dari 110 macam senyawa giberelin yang biasanya disingkat sebagai GA. Setiap GA dikenali dengan angka yang terdapat padanya, misalnya GA6 . Giberelin dapat diperoleh dari biji yang belum dewasa (terutama pada tumbuhan dikotil), ujung akar dan tunas , daun muda dan cendawan. Sebagian besar GA yang diproduksi oleh tumbuhan adalah dalam bentuk inaktif, tampaknya memerlukan prekursor untuk menjadi bentuk aktif. Pada spesies tumbuhan dijumpai kurang lebih 15 macam GA. Disamping terdapat pada tumbuhan ditemukan juga pada alga, lumut dan paku, tetapi tidak pernah dijumpai pada bakteri. GA ditransportasikan melalui xilem dan floem, tidak seperti auksin pergerakannya bersifat tidak polar.

Asetil koA, yang berperan penting pada proses respirasi berfungsi sebagai prekursor pada sintesis GA. Kemampuannya untuk meningkatkan pertumbuhan pada tanaman lebih kuat dibandingkan dengan pengaruh yang ditimbulkan oleh auksin apabila diberikan secara tunggal. Namun demikian auksin dalam jumlah yang sangat sedikit tetap dibutuhkan agar GA dapat memberikan efek yang maksimal.

Sebagian besar tumbuhan dikotil dan sebagian kecil tumbuhan monokotil akan tumbuh cepat jika diberi GA, tetapi tidak

demikian halnya pada tumbuhan konifer misalnya pinus. Jika GA diberikan pada tanaman kubis tinggi tanamannya bisa mencapai 2 m. Banyak tanaman yang secara genetik kerdil akan tumbuh normal setelah diberi GA. Efek giberelin tidak hanya mendorong perpanjangan batang, tetapi juga terlibat dalam proses regulasi perkembangan tumbuhan seperti halnya auksin. Pada beberapa tanaman pemberian GA bisa memacu pembungaan dan mematahkan dormansi tunas-tunas serta biji.

Peranan Giberellin

a. Perpanjangan Batang

Akar dan daun muda, adalah tempat utama yang memproduksi giberellin. Giberellin menstimulasi pertumbuhan pada daun maupun pada batang; tetapi efeknya dalam pertumbuhan akar sedikit. Di dalam batang, gibberellin menstimulasi perpanjangan sel dan pembelahan sel.

Seperti halnya auksin, giberellin menyebabkan pula pengenduran dinding sel, tetapi tidak mengasamkan dinding sel. Satu hipotesis menyatakan bahwa; giberelin menstimulasi enzim yang mengendorkan dinding sel, yang memfasilitasi penetrasi protein ekspansin ke dalam dinding sel.

Di dalam batang yang sedang tumbuh, auksin, mengasamkan dinding sel dan mengaktifkan ekspansin; sedangkan giberellin memfasilitasi penetrasi ekspansin ke dalam dinding sel untuk bekerja sama dalam meningkatkan perpanjangan sel. Efek giberellin dalam meningkatkan perpanjangan batang, adalah jelas, ketika mutan tumbuhan tertentu yang kerdil, diberi gibberellin.

Beberapa kapri yang kerdil (termasuk yang dipelajari oleh Mendel), tumbuh dengan ketinggian normal bila diberi gibberellin. Apabila gibberellin diaplikasikan ke tumbuhan yang ukurannya normal, seringkali tidak memberikan respon. Nampaknya, tumbuhan tersebut sudah memproduksi dosis hormon yang optimal. Suatu contoh yang paling menonjol, dari perpanjangan batang yang telah diinduksi oleh gibberellin; adalah terjadinya pemanjangan yang tiba-tiba yang disebut *bolting*, yaitu pertumbuhan tangkai bunga yang cepat.

Fase vegetatif beberapa tumbuhan, seperti pada kubis, tumbuh dalam bentuk roset; yaitu, tumbuhnya pendek dekat dengan tanah karena ruas-ruas (*internodus*) yang pendek.

Pada saat tumbuhan berubah ke fase reproduktif, maka terjadi ledakan gibberellin yang menginduksi internodus menjadi memanjang dengan cepat, sehingga kuncup bunga menjadi tinggi dan berkembang pada ujung batang.

b. Pertumbuhan Buah

Pada kebanyakan tumbuhan, auksin maupun gibberellin hendaknya selalu tersedia untuk mengatur pertumbuhan buah. Aplikasi gibberellin secara komersial yaitu dengan menyemprot anggur ‘Thompson’ menjadi tanpa biji adalah sangat penting.

Hormon, menjadikan buah anggur secara individu tumbuh lebih besar, sesuai dengan ukuran yang diinginkan konsumen; dan juga menjadikan ruas (*internodus*) lebih panjang, sehingga lebih banyak tempat bagi tiap-tiap buah anggur untuk berkembang.

Penambahan ruang tumbuh ini, akan meningkatkan sirkulasi udara antara buah anggur yang satu dengan yang lainnya; juga

menjadikan buah anggur lebih keras, sehingga tahan terhadap jamur serta mikroorganisme lainnya yang akan menginfeksi buah.

c. Perkecambahan

Embrio biji kaya dengan sumber gibberellin. Setelah air diimbibisi, terjadi pelepasan gibberellin dari embrio, yang mengisyaratkan biji untuk memecahkan dormansi dan segera berkecambah.

Pada beberapa biji yang memerlukan kondisi lingkungan khusus untuk berkecambah, misal keterbukaan terhadap cahaya atau temperatur yang dingin, maka pemberian gibberellin akan memecahkan dormansi. Gibberellin, membantu pertumbuhan pada perkecambahan serialia, dengan menstimulasi sintesis enzim pencerna seperti α -amilase, yang memobilisasi cadangan makanan. Diduga giberelin yang terdapat di dalam biji merupakan penghubung antara isyarat lingkungan dan proses metabolik yang menyebabkan pertumbuhan embrio. Sebagai contoh, air yang tersedia dalam jumlah cukup akan menyebabkan embrio pada biji rumput-rumputan mengeluarkan giberelin yang mendorong perkecambahan dengan memanfaatkan cadangan makanan yang terdapat di dalam biji. Pada beberapa tanaman, giberelin menunjukkan interaksi antagonis dengan ZPT lainnya misalnya dengan asam absisat yang menyebabkan dormansi biji.

3. Sitokinin

Sitokinin merupakan ZPT yang mendorong pembelahan (sitokinesis). Beberapa macam sitokinin merupakan sitokinin alami (misal : kinetin, zeatin) dan beberapa lainnya merupakan sitokinin

sintetik. Sitokinin alami dihasilkan pada jaringan yang tumbuh aktif terutama pada akar, embrio dan buah. Sitokinin yang diproduksi di akar selanjutnya diangkut oleh xilem menuju sel-sel target pada batang.

Ahli biologi tumbuhan juga menemukan bahwa sitokinin dapat meningkatkan pembelahan, pertumbuhan dan perkembangan kultur sel tanaman. Sitokinin juga menunda penuaan daun, bunga dan buah dengan cara mengontrol dengan baik proses kemunduran yang menyebabkan kematian sel-sel tanaman. Penuaan pada daun melibatkan penguraian klorofil dan protein-protein, kemudian produk tersebut diangkut oleh floem ke jaringan meristem atau bagian lain dari tanaman yang membutuhkannya.

Daun kacang jogo (*Phaseolus vulgaris*) yang ditaruh dalam wadah berair dapat ditunda penuaannya beberapa hari apabila disemprot dengan sitokinin. Sitokinin juga dapat menghambat penuaan bunga dan buah. Penyemprotan sitokinin pada bunga potong dilakukan agar bunga tersebut tetap segar.

Sebagian besar tumbuhan memiliki pola pertumbuhan yang kompleks yaitu tunas lateralnya tumbuh bersamaan dengan tunas terminalnya. Pola pertumbuhan ini merupakan hasil interaksi antara auksin dan sitokinin dengan perbandingan tertentu. Sitokinin diproduksi dari akar dan diangkut ke tajuk, sedangkan auksin dihasilkan di kuncup terminal kemudian diangkut ke bagian bawah tumbuhan. Auksin cenderung menghambat aktivitas meristem lateral yang letaknya berdekatan dengan meristem apikal sehingga membatasi pembentukan tunas-tunas cabang dan fenomena ini disebut dominasi apikal. Kuncup aksilar yang terdapat di bagian

bawah tajuk (daerah yang berdekatan dengan akar) biasanya akan tumbuh memanjang dibandingkan dengan tunas aksilar yang terdapat dekat dengan kuncup terminal. Hal ini menunjukkan ratio sitokinin terhadap auksin yang lebih tinggi pada bagian bawah tumbuhan.

Interaksi antagonis antara auksin dan sitokinin juga merupakan salah satu cara tumbuhan dalam mengatur derajat pertumbuhan akar dan tunas, misalnya jumlah akar yang banyak akan menghasilkan sitokinin dalam jumlah banyak. Peningkatan konsentrasi sitokinin ini akan menyebabkan sistem tunas membentuk cabang dalam jumlah yang lebih banyak. Interaksi antagonis ini umumnya juga terjadi di antara ZPT tumbuhan lainnya.

Peranan Sitokinin

a. Pengaturan Pembelahan Sel dan Diferensiasi Sel

Sitokinin, diproduksi dalam jaringan yang sedang tumbuh aktif, khususnya pada akar, embrio, dan buah. Sitokinin yang diproduksi di dalam akar, akan sampai ke jaringan yang dituju, dengan bergerak ke bagian atas tumbuhan di dalam cairan xylem. Bekerja bersama-sama dengan auksin; sitokinin menstimulasi pembelahan sel dan mempengaruhi lintasan diferensiasi. Efek sitokinin terhadap pertumbuhan sel di dalam kultur jaringan, memberikan petunjuk tentang bagaimana jenis hormon ini berfungsi di dalam tumbuhan yang lengkap.

Ketika satu potongan jaringan parenkhim batang dikulturkan tanpa memakai sitokinin, maka selnya itu tumbuh menjadi besar

tetapi tidak membelah. **Sitokinin secara mandiri tidak mempunyai efek.** Akan tetapi, apabila sitokinin itu ditambahkan bersama-sama dengan auksin, maka sel itu dapat membelah.

b. Pengaturan Dominansi Apikal

Sitokinin, auksin, dan faktor lainnya berinteraksi dalam mengontrol dominasi apikal, yaitu suatu kemampuan dari tunas terminal untuk menekan perkembangan tunas aksilar.

Sampai sekarang, hipotesis yang menerangkan regulasi hormonal pada dominansi apikal, yaitu hipotesis penghambatan secara langsung, menyatakan bahwa **auksin dan sitokinin bekerja secara antagonistic** dalam mengatur pertumbuhan tunas aksilari.

Berdasarkan atas pandangan ini, auksin yang ditransportasikan ke bawah tajuk dari tunas terminal, secara langsung menghambat pertumbuhan tunas aksilari. Hal ini menyebabkan tajuk tersebut menjadi memanjang dengan mengorbankan percabangan lateral.

Sitokinin yang masuk dari akar ke dalam sistem tajuk tumbuhan, akan melawan kerja auksin, dengan mengisyaratkan tunas aksilar untuk mulai tumbuh. Jadi rasio auksin dan sitokinin merupakan faktor kritis dalam mengontrol penghambatan tunas aksilar.

Banyak penelitian yang konsisten dengan **hipotesis penghambatan langsung ini.** Apabila tunas terminal yang merupakan sumber auksin utama dihilangkan, maka penghambatan tunas aksilar juga akan hilang dan tanaman menjadi menyemak.

Aplikasi auksin pada permukaan potongan kecambah yang terpenggal, akan menekan kembali pertumbuhan tunas lateral.

Mutan yang terlalu banyak memproduksi sitokinin, atau tumbuhan yang diberi sitokinin, juga bertendensi untuk lebih menyemak dibanding yang normal.

c. Efek Anti Penuaan

Sitokinin, dapat menahan penuaan beberapa organ tumbuhan, dengan menghambat pemecahan protein, dengan menstimulasi RNA dan sintesis protein, dan dengan memobilisasi nutrisi dari jaringan di sekitarnya.

Apabila daun yang dibuang dari suatu tumbuhan dicelupkan ke dalam larutan sitokinin, maka daun itu akan tetap hijau lebih lama daripada biasanya. Sitokinin juga memperlambat deteorisasi daun pada tumbuhan utuh.

Karena efek anti penuaan ini, para florist melakukan penyemprotan sitokinin untuk menjaga supaya bunga potong tetap segar.

4. Asam Absisat (ABA)

Musim dingin atau masa kering merupakan waktu dimana tanaman beradaptasi menjadi dorman (penundaan pertumbuhan). Pada saat itu, ABA yang dihasilkan oleh kuncup menghambat pembelahan sel pada jaringan meristem apikal dan pada kambium pembuluh sehingga menunda pertumbuhan primer maupun sekunder. ABA juga memberi sinyal pada kuncup untuk membentuk sisik yang akan melindungi kuncup dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Dinamai dengan asam absisat karena diketahui bahwa ZPT ini menyebabkan absisi/rontoknya daun tumbuhan pada musim gugur. Nama tersebut

telah populer walaupun para peneliti tidak pernah membuktikan kalau ABA terlibat dalam gugurnya daun.

Pada kehidupan suatu tumbuhan, merupakan hal yang menguntungkan untuk menunda/menghentikan pertumbuhan sementara. Dormansi biji sangat penting terutama bagi tumbuhan setahun di daerah gurun atau daerah semiarid, karena proses perkecambahan dengan suplai air terbatas akan mengakibatkan kematian. Sejumlah faktor lingkungan diketahui mempengaruhi dormansi biji, tetapi pada banyak tanaman ABA tampaknya bertindak sebagai penghambat utama perkecambahan. Biji-biji tanaman setahun tetap dorman di dalam tanah sampai air hujan mencuci ABA keluar dari biji.

Peranan Asam Absisat (ABA)

a. Dormansi Biji

Dormansi biji, mempunyai nilai kelangsungan hidup yang besar; karena dia menjamin bahwa biji akan berkecambah; hanya apabila ada kondisi yang optimal dari : cahaya, temperatur, dan kelembaban.

Apa yang mencegah biji yang disebarkan pada musim gugur untuk segera berkecambah lalu mati hanya karena adanya musim dingin. Mekanisme apa yang menjamin bahwa biji tertentu berkecambah pada musim semi? Apa yang mencegah biji berkecambah di dalam keadaan gelap, ataupun kelembaban yang tinggi di dalam biji. Jawabannya adalah ABA. Level ABA akan bertambah 100 kali lipat selama pematangan biji. Level ABA yang tinggi dalam pematangan biji ini, akan menghambat

perkecambahan, dan menginduksi produksi protein khusus, yang membantu biji untuk menahan dehidrasi yang ekstrim yang mengiringi pematangan.

Banyak tipe biji yang dorman, akan berkecambah ketika ABA pada biji tersebut dihilangkan, atau dinonaktifkan, dengan beberapa cara. Biji beberapa tumbuhan gurun, akan pecah dormansinya, apabila terjadi hujan yang lebat yang akan mencuci ABA dari biji. Biji lainnya membutuhkan cahaya ataupun membutuhkan keterbukaan yang lebih lama terhadap temperatur dingin untuk memicu tidak aktifnya ABA. Sering kali rasio ABA-gibberellin menentukan; apakah biji itu akan tetap dorman atau akan berkecambah. Penambahan ABA ke dalam biji yang sedianya berkecambah, akan kembali menjadikan dalam kondisi dorman.

b. Cekaman Kekeringan

ABA, adalah sinyal internal utama, yang memungkinkan tumbuhan, untuk menahan kekeringan. Apabila suatu tumbuhan mulai layu, maka ABA berakumulasi di dalam daun, dan menyebabkan stomata menutup dengan cepat, untuk mengurangi transpirasi, dan mencegah kehilangan air berikutnya.

ABA, melalui pengaruhnya terhadap messenger ke-2, yaitu terhadap Ca (kalsium), menyebabkan peningkatan pembukaan saluran K (kalium) sebelah luar secara langsung di dalam membran plasma sel penutup. Hal ini mendorong kehilangan kalium dalam bentuk massif darinya, yang jika disertai dengan kehilangan air secara osmotis akan mendorong pengurangan turgor sel penutup yang mengecilkan celah stomata.

Dalam beberapa kasus, kekurangan air terlebih dahulu akan mencekam sistem perakaran sebelum mencekam sistem tajuk. ABA akan ditransportasi dari akar ke daun, yang berfungsi sebagai sistem peringatan dini (*early warning system*). Mutan ‘Wilty’ yang mengalami kelayuan, yang biasanya mudah untuk layu, dalam beberapa kasus disebabkan karena kekurangan produksi ABA nya.

5. *Ethylene*

Buah-buahan mempunyai arti penting sebagai sumber vitamin, mineral, dan zat-zat lain dalam menunjang kecukupan gizi. Buah-buahan dapat kita makan baik pada keadaan mentah maupun setelah mencapai kematangannya. Sebagian besar buah yang dimakan adalah buah yang telah mencapai tingkat kematangannya. Untuk meningkatkan hasil buah yang masak baik secara kualitas maupun kuantitasnya dapat diusahakan dengan substansi tertentu antara lain dengan zat pengatur pertumbuhan *ethylene*. Dengan mengetahui peranan *ethylene* dalam pematangan buah kita dapat menentukan penggunaannya dalam industri pematangan buah atau bahkan mencegah produksi dan aktivitas *ethylene* dalam usaha penyimpanan buah-buahan.

Ethylene mula-mula diketahui dalam buah yang matang oleh para pengangkut buah tropika selama pengapalan dari Yamaika ke Eropa pada tahun 1934, pada pisang masak lanjut mengeluarkan gas yang juga dapat memacu pematangan buah yang belum masak. Sejak saat itu *Ethylene* (C_2H_2) dipergunakan sebagai sarana pematangan buah dalam industri.

Ethylene adalah suatu gas yang dapat digolongkan sebagai zat pengatur pertumbuhan (*phytohormon*) yang aktif dalam pematangan. Dapat disebut sebagai hormon karena telah memenuhi persyaratan sebagai hormon, yaitu dihasilkan oleh tanaman, bersifat mobil dalam jaringan tanaman dan merupakan senyawa organik. Seperti hormon lainnya *ethylene* berpengaruh pula dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman antara lain mematahkan dormansi umbi kentang, menginduksi pelepasan daun atau *leaf abscission*, menginduksi pembungaan nenas. Denny dan Miller (1935) menemukan bahwa *ethylene* dalam buah, bunga, biji, daun dan akar.

Proses pematangan buah sering dihubungkan dengan rangkaian perubahan yang dapat dilihat meliputi warna, aroma, konsistensi dan flavour (rasa dan bau). Perpaduan sifat-sifat tersebut akan menyokong kemungkinan buah-buahan enak dimakan.

Proses pematangan buah didahului dengan **klimakterik** (pada buah klimakterik). Klimakterik dapat didefinisikan sebagai suatu periode mendadak yang unik bagi buah dimana selama proses terjadi serangkaian perubahan biologis yang diawali dengan proses sintesis *ethylene*. Meningkatnya respirasi dipengaruhi oleh jumlah *ethylene* yang dihasilkan, meningkatnya sintesis protein dan RNA. Proses klimakterik pada Apel diperkirakan karena adanya perubahan permeabilitas selnya yang menyebabkan enzim dan substrat yang dalam keadaan normal terpisah, akan bergabung dan bereaksi satu dengan lainnya.

Perubahan warna dapat terjadi baik oleh proses-proses perombakan maupun proses sintetik, atau keduanya. Pada jeruk manis perubahan warna ini disebabkan oleh karena perombakan khlorofil dan pembentukan zat warna karotenoid. Sedangkan pada pisang warna kuning terjadi karena hilangnya khlorofil tanpa adanya atau sedikit pembentukan zat karotenoid. Sintesis likopen dan perombakan khlorofil merupakan ciri perubahan warna pada buah tomat.

Menjadi lunaknya buah disebabkan oleh perombakan propektin yang tidak larut menjadi pektin yang larut, atau hidrolisis zat pati (seperti buah waluh) atau lemak (pada alpukat). Perubahan komponen-komponen buah ini diatur oleh enzim-enzim antara lain enzim hidrolitik, poligalakturokinase, metil asetat, selulose.

Flavour adalah suatu yang halus dan rumit yang ditangkap indera yang merupakan kombinasi rasa (manis, asam, sepet), bau (zat-zat atsiri) dan terasanya pada lidah. Pematangan biasanya meningkatkan jumlah gula-gula sederhana yang memberi rasa manis, penurunan asam-asam organik dan senyawa-senyawa fenolik yang mengurangi rasa sepet dan masam, dan kenaikan zat-zat atsiri yang memberi flavour khas pada buah.

Proses pematangan juga diatur oleh hormon antara lain auxin, sithokinine, gibberellin, asam-asam absisat dan *ethylene*. Auxin berperan dalam pembentukan *ethylene*, tetapi auxin juga menghambat pematangan buah. Sithokinine dapat menghilangkan perombakan protein, gibberellin menghambat perombakan khlorofil dan menunda penimbunan karotenoid-karotenoid. Asam

absisat menginduksi enzim penyusun/pembentuk karotenoid, dan *ethylene* dapat mempercepat pematangan.

Peranan *Ethylene*

a. *Ethylene* sebagai Hormon Pematangan

Ethylene sebagai hormon akan mempercepat terjadinya klimakterik. Biale (1960) telah membuktikan bahwa pada buah alpukat yang disimpan di udara biasa akan matang setelah 11 hari, tetapi apabila disimpan dalam udara dengan kandungan *ethylene* 10 ppm selama 24 jam buah alpukat tersebut akan matang dalam waktu 6 hari.

Aplikasi C_2H_2 (*Ethylene*) pada buah-buahan klimakterik, makin besar konsentrasi C_2H_2 sampai tingkat kritis makin cepat stimulasi respirasinya. *Ethylene* tersebut bekerja paling efektif pada waktu tahap klimakterik, sedangkan penggunaan C_2H_2 pada tahap post klimakterik tidak merubah laju respirasi.

Pada buah-buahan non klimakterik respon terhadap penambahan *ethylene* baik pada buah pra panen maupun pasca panen, karena produksi *ethylene* pada buah non klimakterik hanya sedikit.

Dari penelitian Burg dan Burg (1962), juga dapat diketahui bahwa *ethylene* merangsang pemasakan klimakterik. Sedangkan menurut Winarno (1979) dikatakan bahwa buah-buahan non klimakterik akan mengalami klimakterik setelah ditambahkan *ethylene* dalam jumlah yang besar. Sebagai contoh buah non klimakterik untuk percobaannya adalah jeruk. Di samping itu pada

buah-buahan non klimakterik apabila ditambahkan *ethylene* beberapa kali akan terjadi klimakterik yang berulang-ulang.

Penelitian Mattoo dan Modi (1969) telah menunjukkan bahwa C_2H_2 meningkatkan kegiatan enzim-enzim katalase, peroksidase, dan amylase dalam irisan-irisan mangga sebelum puncak kemasakannya. Serta selama pemacuan juga diketemukan zat-zat serupa protein yang menghambat pemasakan, dalam irisan-irisan itu dapat hilang dalam waktu 45 jam. Perlakuan dengan C_2H_2 mengakibatkan irisan-irisan menjadi lunak dan terjadi perubahan warna yang menarik dari putih ke kuning, yang memberi petunjuk timbulnya gejala-gejala kematangan yang khas.

b. *Ethylene* pada Absisi Daun

Kehilangan daun pada setiap musim gugur merupakan suatu adaptasi untuk menjaga agar tumbuhan yang berganti daun, selama musim dingin tetap hidup ketika akar tidak bisa mengabsorpsi air dari tanah yang membeku. Sebelum daun itu mengalami absisi, beberapa elemen essensial diselamatkan dari daun yang mati, dan disimpan di dalam sel parenkhim batang. Nutrisi ini dipakai lagi untuk pertumbuhan daun pada musim semi berikutnya.

Warna daun pada musim gugur, merupakan suatu kombinasi dari warna pigmen merah yang baru dibuat selama musim gugur, dan warna karotenoid yang berwarna kuning dan orange, yang sudah ada di dalam daun, tetapi kelihatannya berubah karena terurainya klorofil yang berwarna hijau tua pada musim gugur.

Ketika daun pada musim gugur rontok, maka titik tempat terlepasnya daun merupakan suatu lapisan absisi yang berlokasi dekat dengan pangkal tangkai daun. Sel parenkhim berukuran kecil

dari lapisan ini mempunyai dinding sel yang sangat tipis dan tidak mengandung sel serat di sekeliling jaringan pembuluhnya. Lapisan absisi selanjutnya melemah, ketika enzimnya menghidrolisis polisakarida di dalam dinding sel.

Akhirnya dengan bantuan angin, terjadi suatu pemisahan di dalam lapisan absisi. Sebelum daun itu jatuh, selapisan gabus membentuk suatu berkas pelindung di samping lapisan absisi dalam ranting tersebut untuk mencegah patogen yang akan menyerbui bagian tumbuhan yang ditinggalkannya.

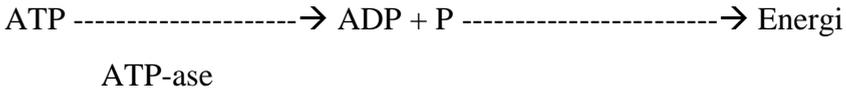
Suatu perubahan keseimbangan etilen dan auksin, mengontrol absisi. Daun yang tua, menghasilkan semakin sedikit auksin; yang menyebabkan sel lapisan absisi lebih sensitif terhadap etilen. Pada saat pengaruh etilen terhadap lapisan absisi kuat, maka sel itu memproduksi enzim, yang mencerna selulose dan komponen dinding sel lainnya.

b. Ethylene dan Permeabilitas Membran

Ethylene adalah senyawa yang larut di dalam lemak sedangkan membran dari sel terdiri dari senyawa lemak. Oleh karena itu *ethylene* dapat larut dan menembus ke dalam membran mitochondria. Apabila mitochondria pada fase pra klimakterik diekstraksi kemudian ditambah *ethylene*, ternyata terjadi pengembangan volume yang akan meningkatkan permeabilitas sel sehingga bahan-bahan dari luar mitochondria akan dapat masuk. Dengan perubahan-perubahan permeabilitas sel akan memungkinkan interaksi yang lebih besar antara substrat buah dengan enzim-enzim pematangan.

c. *Ethylene* dan Aktivitas ATP-ase

Ethylene mempunyai peranan dalam merangsang aktivitas ATP-ase dalam penyediaan energi yang dibutuhkan dalam metabolisme. ATP-ase adalah suatu enzim yang diperlukan dalam pembuatan energi dari ATP yang ada dalam buah. Adapun reaksinya adalah sebagai berikut:



d. *Ethylene* sebagai “Genetic Derepression”

Pada reaksi biologis ada dua faktor yang mengontrol jalannya reaksi. Yang pertama adalah “*Gene repression*” yang menghambat jalannya reaksi yang berantai untuk dapat berlangsung terus. Yang kedua adalah “*Gene Derepression*” yaitu faktor yang dapat menghilangkan hambatan tersebut sehingga reaksi dapat berlangsung.

Selain itu *ethylene* mempengaruhi proses-proses yang terjadi dalam tanaman termasuk dalam buah, melalui perubahan pada RNA dan hasilnya adalah perubahan dalam sintesis protein yang diatur RNA sehingga pola-pola enzim-enzimnya mengalami perubahan pula.

Interaksi *Ethylene* dengan Auxin

Di dalam tanaman *ethylene* mengadakan interaksi dengan hormon auxin. Apabila konsentrasi auxin meningkat maka produksi ethylen pun akan meningkat pula. Peranan auxin dalam pematangan buah hanya membantu merangsang pembentukan

ethylene, tetapi apabila konsentrasinya *ethylene* cukup tinggi dapat mengakibatkan terhambatnya sintesis dan aktivitas auxin.

Produksi dan Aktivitas *Ethylene*

Pembentukan *ethylene* dalam jaringan-jaringan tanaman dapat dirangsang oleh adanya kerusakan-kerusakan mekanis dan infeksi. Oleh karena itu adanya kerusakan mekanis pada buah-buahan yang baik di pohon maupun setelah dipanen akan dapat mempercepat pematangannya.

Penggunaan sinar-sinar radioaktif dapat merangsang produksi *ethylene*. Pada buah Peach yang disinari dengan sinar gama 600 krad ternyata dapat mempercepat pembentukan *ethylene* apabila diberikan pada saat pra klimakterik, tetapi penggunaan sinar radioaktif tersebut pada saat klimakterik dapat menghambat produksi *ethylene*.

Produksi *ethylene* juga dipengaruhi oleh faktor suhu dan oksigen. Suhu rendah maupun suhu tinggi dapat menekan produksi *ethylene*. Pada kadar oksigen di bawah sekitar 2% tidak terbentuk *ethylene*, karena oksigen sangat diperlukan. Oleh karena itu suhu rendah dan oksigen rendah dipergunakan dalam praktek penyimpanan buah-buahan, karena akan dapat memperpanjang daya simpan dari buah-buahan tersebut.

Aktivitas *ethylene* dalam pematangan buah akan menurun dengan turunnya suhu, misalnya pada Apel yang disimpan pada suhu 3°C, penggunaan *ethylene* dengan konsentrasi tinggi tidak memberikan pengaruh yang jelas baik pada proses pematangan maupun pernafasan. Pada suhu optimal untuk produksi dan

aktivitas *ethylene* pada buah tomat dan apel adalah 32°C, untuk buah-buahan yang lain suhunya lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. *Hormon Tumbuhan*. <http://pengertian-definisi.blogspot.com/2010/10/hormon-tumbuhan.html> . Diakses tanggal 22 Oktober 2011, pukul 15.10 Wita.
- Abidin, Z. 1982. *Dasar-dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Penerbit ANGKASA. Bandung.
- Ashari, S. 1998. *Pengantar Biologi Reproduksi Tanaman*. PT RINEKA CIPTA. Jakarta.
- Campbell, N.A., J. B. Reece, dan L. G. Mitchell. 2003. *Biologi*. Edisi Kelima Jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Dewi, I. R. 2008. *Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman*. Makalah. Fakultas Pertanian universitas Padjadjaran. Bandung.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, dan R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerbit UI-Press. Jakarta.
- Heddy, S. 1996. *Hormon Tumbuhan*. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta.

Filosofi "Daun Nangka"

Pergi ke pasar malam (PM) merupakan suatu hiburan buat kami. Biasanya, para pedagang di pasar mulai bersiap-siap dan menata dagangannya setelah shalat ashar. Kami biasanya pergi ke PM (pasar malam) setelah shalat magrib. biasanya anak-anak bisa membeli bermacam-macam buah-buahan hutan seperti kurangi, ramania, ihau (mata kucing), manggis, dll., yang tidak ada dijual di pasar biasa (tradisional) apalagi di super market.

Pada suatu hari pasar, saya dan anak-anak pergi ke pasar malam. Saya tertarik dengan buah nangka yang sudah dipotong-potong. Warna buahnya yang kuning dan daging buahnya yang tebal sangat menarik perhatian. Saya membeli beberapa potong, ternyata rasanya buahnya sangat manis. Biji-biji nangka tersebut saya kumpulkan dan keesokan harinya saya semai di dalam polibag dan saya letakkan di bawah pohon jambu air.

Kira-kira satu minggu kemudian biji-biji nangka tersebut mulai berkecambah. Beberapa semai ada yang menarik perhatian saya. Mula-mula muncul dua daun yang merupakan daun lembaga yang berasal dari kotiledon. Tidak berapa lama kemudian muncul daun ketiga dan keempat letaknya bersilangan dengan dua daun sebelumnya dan ukurannya jauh lebih besar daripada dua daun yang sebelumnya. Daun-daun berikutnya mulai bermunculan. Daun kelima muncul pada posisi antara daun pertama dan daun ketiga, permukaan daunnya lebih luas daripada daun ketiga tetapi satu sisi daunnya berlekuk hampir setengah helaian daun. Daun keenam

muncul pada posisi diantara daun kedua dan daun keempat, hampir sama dengan daun kelima satu sisi helaian daunnya juga berlekuk hampir setengah helaian daun. Daun-daun ketujuh dan kedelapan muncul dengan permukaan daun yang lebih luas dari daun-daun sebelumnya, tetapi kedua sisi daunnya berlekuk dan lekukannya lebih dalam dari dua daun yang di bawahnya.

Pelajaran apa yang dapat kita ambil dari kemunculan daun angka ini?

Bila kita perhatikan posisi munculnya daun-daun angka itu, daun-daun yang berada di bawah berukuran kecil, sementara daun-daun di atasnya berukuran lebih besar. Apa yang terjadi ketika daun-daun yang di atas semakin lebar dan menutupi daun-daun di bawahnya? Daun-daun yang berada di bawah pasti akan kesulitan mendapat cahaya matahari, jika keadaan seperti ini terjadi terus menerus maka daun-daun yang berada di bawah tidak dapat menerima cahaya dengan baik, daun-daun tersebut tidak dapat berfotosintesis, dan pada gilirannya daun-daun tersebut akan mati. Jika daun-daun tersebut mati, maka semai pun akan mati.

Apakah daun-daun yang berada di atas membiarkan semai yang merupakan satu unit kehidupan mereka akan mati? Oh, ternyata tidak..... daun-daun yang berada di atas meskipun permukaannya lebih luas tetapi dia masih memberikan kesempatan kepada daun-daun yang berada di bawahnya untuk mendapat cahaya matahari, dengan cara membuat satu sisi daunnya berlekuk agar cahaya matahari dapat lolos dan mengenai daun-daun di bawahnya. Demikian juga dengan daun-daun yang lebih tinggi, meskipun

permukaannya semakin lebar daun-daun tersebut tetap memberikan kesempatan kepada daun-daun di bawahnya untuk mengambil cahaya. Daun-daun yang lebih tinggi membuat lekukan di kedua sisi helaian daunnya agar cahaya matahari dapat menembus sampai pada daun yang berada paling bawah.

Demikianlah kerjasama yang terjadi pada sebatang semai nangka. Untuk menghidupi dirinya, daun-daun pada semai tersebut saling tolong menolong. Pesan moral apa yang bisa kita rangkum dari kehidupan semai nangka tersebut? Beberapa pesan moral yang dapat disarikan dari cerita semai nangka tersebut:

1. Tolong menolong sangat diperlukan dalam kehidupan bermasyarakat.
2. Rela berbagi. Jika daun nangka saja dapat berbagi dengan daun-daun yang masih dalam satu kesatuan dengannya, kenapa kita tidak meniru seperti itu? Orang-orang yang berada di atas hendaknya memberi kesempatan kepada orang-orang di bawahnya (orang-orang yang berada dalam perlingkungannya) untuk maju agar tercapai kehidupan yang harmonis dalam satu kesatuan.

Sumber:

“Pengelolaan Hutan Lestari untuk Mitigasi Perubahan Iklim dalam Perspektif Silvika” disampaikan pada Pidato Pengukuhan untuk Jabatan Guru Besar dalam Bidang Ilmu Silvika. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda, 17 Maret 2015.

Filosofi "Daun Keladi"

Masih ingat lirik lagu "CINTA HAMPA" ?

Ibarat air di daun keladi

Walaupun tergenang tetapi tak meninggalkan bekas

Pabila tersentuh dahannya bergoyang

Airpun tertumpah terkuras habis tak tinggal lagi

Begitu juga cintamu padaku cinta hanya separuh hati

Dari lagu itu mengesankan seolah-olah daun keladi menggambarkan sesuatu yang kurang baik, meskipun terjadi sesuatu tak meninggalkan bekas apapun. Namun sesungguhnya tidaklah demikian adanya.

Pagi hari, setelah hujan kita sering melihat ada air yang menetes dari ujung daun khususnya daun keladi. Air yang keluar dari daun tersebut disebut "Gutasi". Gutasi adalah keluarnya bintik air yang diakibatkan oleh tekanan akar pada tumbuhan tertentu. Gutasi dapat terjadi karena transpirasi yang rendah sementara penyerapan air tinggi. Gutasi dapat diamati dengan keberadaan tetes-tetes air di tepi daun yang tersusun secara teratur.

Gutasi adalah proses pelepasan [air](#) dalam bentuk cair dari jaringan daun. Gutasi terjadi saat kondisi tanah sesuai sehingga penyerapan air tinggi namun laju penguapan/transpirasi rendah maupun ketika penguapan air sulit terjadi karena tingginya kelembaban udara. Gutasi dapat diamati dengan munculnya tetes-

tetes air di tepi daun yang tersusun teratur. Tingkat terjadinya gutasi sangat rendah dibandingkan dengan transpirasi. Gutasi juga lebih jarang diobservasi daripada transpirasi. Titik-titik air di tepi daun yang terjadi akibat gutasi di pagi hari sering disalahartikan sebagai embun.

Pengeluaran air melalui proses gutasi terjadi akibat adanya tekanan positif akar. Meskipun ketika laju transpirasi rendah, akar terus menyerap air dan mineral sehingga air yang masuk ke jaringan lebih banyak daripada yang dilepaskan keluar. Kondisi yang tidak mendukung terjadinya tekanan akar seperti suhu dingin dan tanah yang kering menghambat terjadinya gutasi. Kekurangan mineral juga diketahui mempengaruhi proses gutasi.

Bila transpirasi terjadi pada stomata, maka gutasi terjadi pada struktur khusus bernama **hidatoda**. Hidatoda seringkali disebut sebagai stomata air. Hidatoda terletak di ujung dan sepanjang tepi daun. Oleh karena itulah, titik-titik air akan terlihat di ujung dan tepi daun.

Gutasi biasanya terjadi pada malam hari, namun terjadi juga pada pagi hari. Laju gutasi paling tinggi ditemukan pada tumbuhan keladi (*Colocasia nymphaefolia*). Gutasi paling banyak terjadi pada tumbuhan air, herba, dan rumput-rumputan.

Pelajaran apa yang dapat kita ambil dari peristiwa “Gutasi” tersebut?

Gutasi adalah keluarnya butiran air dari jaringan daun. Kemampuan akar menyerap air tidak berimbang dengan kecepatan

stomata melakukan transpirasi. Akibatnya air menumpuk di daun. Daun mengeluarkan air dari tubuh tanaman untuk mencegah terjadinya turgor yang berlebihan. **Turgor** yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada sel-sel daun, yang dapat menimbulkan gangguan pada aktivitas fisiologis tumbuhan. Air yang berlebihan tidak membuat tumbuhan tersebut menyimpannya, tetapi justru mengeluarkannya dan membuangnya. Tumbuhan keladi hanya menggunakan air sesuai dengan yang diperlukannya saja.

Pesan moral apa yang bisa kita rangkum dari kehidupan keladi tersebut? Beberapa pesan moral yang dapat disarikan dari peristiwa gutasi tersebut adalah:

1. Apabila kita mau mengambil pelajaran dari peristiwa gutasi tersebut, meskipun kita mempunyai kemampuan untuk menimbun harta, tetapi hanya sebagian harta saja yang bisa kita gunakan, selebihnya menjadi sesuatu yang tidak berguna bahkan membahayakan bagi kelangsungan hidup. Bila kita memahami akan hal ini tentu tidak ada orang yang hidup berlebihan.
2. Belajar dari peristiwa gutasi, sesuatu yang berlebihan dapat menimbulkan kerusakan. Sesuatu yang berlebihan harus dikeluarkan, dikembalikan kepada alam untuk dimanfaatkan oleh tumbuhan lain. Demikian lah hendaknya kehidupan manusia, jangan mengambil sesuatu yang berlebihan, ambil sesuai dengan keperluan saja. Bila peristiwa gutasi dimaknai dalam kehidupan, tentu tidak ada lagi orang yang korupsi, karena orang-orang yang mendapatkan kelebihan akan

mengeluarkan kelebihannya dan membaginya kepada orang-orang yang berada di sekitarnya.

Subhanallah, dari alam kita banyak mendapat pelajaran tentang kehidupan, yang apabila diterapkan dalam kehidupan sehari-hari tentu akan membawa kebaikan bagi seluruh umat. Insya Allah.

Filosofi "Pohon Jati"

Kita semua pasti sudah mengenal jati. Jati (*Tectona grandis* Linn. F) adalah pohon terbaik di dunia. Bahkan masyarakat yang awam dengan dunia kehutanan, pasti mengenal jati. Baik sebagai bahan bangunan, furniture, maupun sebagai barang-barang cinderamata. Jati adalah komoditas yang bernilai tinggi, karena guratan-guratanya yang indah. Mengapa muncul guratan indah pada kayu jati yang meningkatkan nilai jual jati?

Tahukah anda bagaimana sebatang pohon jati tumbuh? Jati biasanya tumbuh pada tanah-tanah yang banyak mengandung kapur, dan kurang subur. Di tempat asalnya jati tumbuh pada daerah-daerah kering. Tahu bagaimana pohon jati hidup pada daerah yang kering dan memiliki kemarau yang panjang? Apakah jati akan gelisah dengan keadaan seperti ini? Musim kemarau yang panjang dan panas yang terik serta persediaan air yang terbatas mengharuskan jati menggugurkan daun-daunnya untuk mengurangi penguapan. Untuk mengatasi dirinya kekurangan air, jati bertahan hidup dengan cara meranggas. Apa yang terjadi ketika jati tidak berdaun? Jati tampak sangat merana. Pertumbuhan menjadi terhambat, akibatnya terbentuk lingkaran tahun yang padat dan berwarna gelap. Setelah musim kemarau berlalu dan datang musim penghujan, jati akan tumbuh normal. Membentuk lingkaran tahun dengan warna yang terang. Pergantian musim kemarau dan musim penghujan membentuk lingkaran tahun yang berbeda warna, terang dan gelap silih berganti. Apabila batang jati di potong akan nampak guratan

indah dari lingkaran tahun yang berbeda warna. Karena keindahan inilah menjadikan jati bernilai ekonomi tinggi.

Fenomena musim kemarau panjang mengharuskan pohon jati melewati harinya dengan melepas dedaunan yang ia miliki. Saat musim kemarau itu pohon jati sedang menempa dirinya untuk sanggup bertahan dengan ujian kekurangan air dan panasnya cuaca. Namun pohon jati bersabar. Daun jati yang sangat banyak dan bentuknya yang lebar tentunya akan menghabiskan banyak porsi air untuk pohon jati bertahan hidup. Pohon jati melewati ujian tersebut sambil menggugurkan masalah di daun dan memperbaiki kualitas kayu di batangnya. Pohon jati justru sedang berproses membangun dirinya menjadi salah satu pohon terbaik di muka bumi.

Jati yang tumbuh dengan gagah dan kuat ternyata tidak sombong dan sangat toleran terhadap tumbuhan kecil di sekelilingnya dan memberikan ruang tumbuh pada tumbuhan untuk berkembang pada separuh dari hidupnya. Jati menempa dirinya sekurang-kurangnya 6 bulan setiap tahunnya agar kualitas kayunya semakin baik.

Segagah apapun kita selayaknya memberikan ruang untuk berkembangnya orang lain di bawah kita (baik dari sisi jabatan atau pola hidup/si kaya dan si miskin) agar mereka mampu bertahan hidup dan menghidupi lingkungannya.

Apakah kita mampu memberikan separuh hidup kita untuk berkembangnya orang lain? seperti jati yang gugur daun pada musim kemarau dan tumbuh lagi pada musim hujan.

Menurut hasil penelitian pada lingkaran tahun semakin baik kualitasnya apabila kemaraunya lebih lama dari musim hujan. Hasil

penelitian Marjenah (2008) terhadap jati yang tumbuh di Kalimantan Timur diketahui bahwa hasil kayu yang didapat adalah kayu yang memiliki warna kekuningan yang indah, karena jati tersebut tumbuh di daerah yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi.

Untuk mendapatkan jati yang indah dan bernilai tinggi, kita harus menunggu cukup lama. Di Kalimantan Timur, untuk mendapatkan jati yang dapat dipanen dengan diameter 40 cm dibutuhkan waktu sekurang-kurangnya 17 tahun (Marjenah, 2008). Pada umumnya jati membutuhkan waktu paling tidak 40 tahun, bahkan di Jawa Timur dan Jawa Tengah daur Jati mencapai 60 tahun dan ada yang 80 tahun. Jadi kayu jati yang kita gunakan saat ini adalah kayu-kayu yang ditanam oleh pendahulu kita, yang mungkin sekarang sudah tidak ada di dunia ini lagi, dan apabila kita menanam maka yang akan menanen adalah anak-anak kita bahkan mungkin cucu-cucu kita.

Pelajaran apa yang dapat kita ambil dari peristiwa “pengguguran daun” dari pohon jati tersebut?

Pohon Jati akan menggugurkan daunnya saat musim kemarau untuk mengurangi transpirasi, karena saat musim kemarau tanaman tersebut benar-benar kekurangan air. Ini tentang pengorbanan, daun yang rela meninggalkan tempat tumbuhnya demi batang dan akarnya yang harus bertahan hidup dan tetap tumbuh. Kemudian daun jati yang jatuh ke tanah akan mengalami dekomposisi dan akan menjadi pupuk organik. Sehingga menambah kesuburan bagi tapak di sekitar tanaman .

Pesan moral:

1. Pada saat kita berada pada kondisi dimana sumber daya kita minimal, hendaklah kita bisa memberikan manfaat yang maksimal bagi lingkungan kita
2. Seseorang akan teruji dan tangguh apabila ditempa oleh pengalaman hidup yang keras.
3. Keberhasilan tidak terjadi secara instan. Untuk menjadi tangguh diperlukan proses dan waktu yang cukup panjang.
4. Untuk mendapatkan kesuksesan harus dilalui dengan pengorbanan.