



MANUAL PEMBUATAN PERSEMAIAN DAN PEMBIBITAN TANAMAN HUTAN

Ujang Susep Irawan, Arbainsyah, Abrar Ramlan, Henry Putranto, Sulton Afifudin



Environmental
Leadership &
Training Initiative



MANUAL PEMBUATAN PERSEMAIAN DAN PEMBIBITAN TANAMAN HUTAN

Ujang Susep Irawan¹, Arbainsyah², Abrar Ramlan³, Henry Putranto³, Sulton Afifudin²

¹Operasi Wallacea Terpadu (OWT)

Taman Cimanggu, Jln. Akasia Raya Blok P III No. 14 Bogor-Jawa Barat Kelurahan Kedungwaringin; Kec. Tanah Sereal, Kota Bogor.
Telp. (0251) 8361180.
Email: admin@owt.or.id atau owtbogor@gmail.com

²Environmental Leadership and Training Initiative (ELTI)

301 Prospect Street New Haven, CT06511
Tel: (1) 203-436-9246
<https://elti.yale.edu/>

²Tropenbos Indonesia

Jl. Akasia Raya Blok: P1 No.6, RT.005, RW.005. Kelurahan Kedung Waringin, Kecamatan Tanah Sereal. Bogor 16163
<https://www.tropenbos-indonesia.org/>

³Goodhope Asia Holdings Ltd.

Menara Global 5th Floor, Jl Jend. Gatot Subroto Kav. 27. Jakarta, 12950 Indonesia
Tel: (62) 21 52892260-62. Fax 62 21 52892259
<https://www.goodhopeholdings.com/>

Foto: Ujang Susep Irawan, Sulton Afifudin dan Supriyanto

Ilustrasi: Wahyu Gumelar (Staf OWT)

Desain Cover dan Layout: Agustina Dwi Setyowati

Copyright @ Operasi Wallacea Terpadu

Taman Cimanggu, Jln. Akasia Raya Blok P III No. 14 Bogor-Jawa Barat Telp. (0251) 8361180;
Kelurahan Kedungwaringin; Kec. Tanah Sereal, Kota Bogor.
Email: admin@owt.or.id atau owtbogor@gmail.com

Oktober, 2020

Modul ini digunakan untuk Pelatihan Daring Teknik Persemaian Tanaman Hutan untuk kegiatan Rehabilitasi Lahan Di Area HCV Perkebunan Kelapa Sawit, yang diselenggarakan atas kerjasama Environmental Leadership & Training Initiative (ELTI), Tropenbos Indonesia (TI), Goodhope Asia Holdings Ltd, dan Operasi Wallacea Terpadu (OWT).



Environmental
Leadership &
Training Initiative





KATA PENGANTAR

Indonesia bersama Brazil, Kolombia dan Zaire merupakan empat negara yang memiliki kekayaan biodiversity tinggi atau disebut sebagai megadiversitas, di mana Indonesia memiliki keragaman laut yang tinggi. Indonesia menduduki peringkat pertama dalam hal diversitas mamalia (600 jenis) dengan endemisitas 280 jenis. Meskipun luas kawasan Indonesia hanya mencakup 1,3% dari luas permukaan bumi, namun biodiversitas fauna Indonesia tertinggi di dunia (12% untuk mamalia, 16% untuk reptile dan amfibi, 17% untuk burung, dan 25% untuk ikan). Fakta-fakta di atas menunjukkan bahwa Indonesia merupakan sebuah negara yang telah diberkahi berbagai sumberdaya alam yang melimpah.

Tingginya keanekaragaman hayati dan berbagai fungsi ekologis tidak hanya terdapat di kawasan hutan, namun juga terdapat pada areal-areal di luar kawasan hutan yang berstatus Areal Penggunaan Lain (APL) baik yang belum maupun telah memperoleh ijin pengelolaan seperti areal perkebunan sawit. Data Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan (2018) menunjukkan setidaknya terdapat areal berhutan di APL seluas 6.681.000 ha sebagai areal hutan yang masih memiliki berbagai keanekaragaman hayati Indonesia.

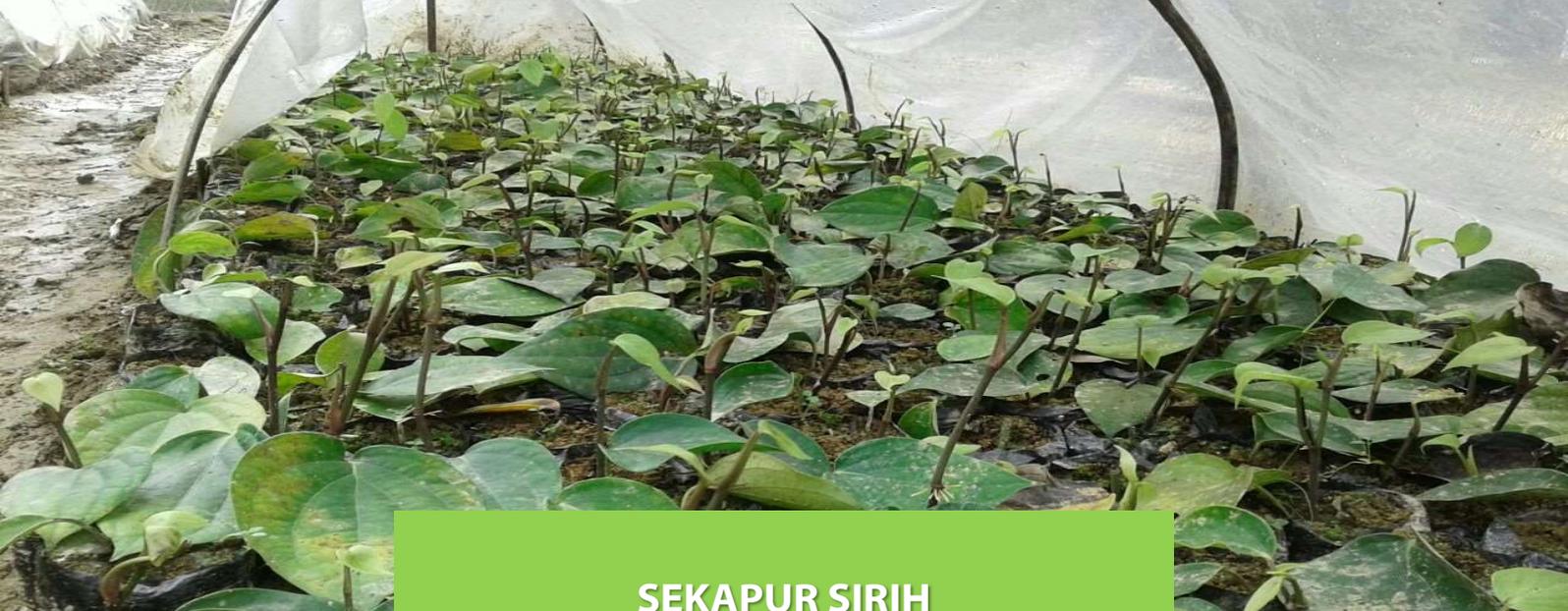
Berbagai areal bernilai konservasi tinggi pada areal perkebunan sawit baik di sepanjang maupun di luar sempadan sungai khususnya yang terhubung dengan kawasan hutan di sekitarnya, merupakan habitat penting bagi fauna asli setempat. Namun demikian tidak jarang dijumpai areal bernilai konservasi tinggi tersebut telah mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan rehabilitasi. Selain itu keberadaan perusahaan perkebunan senantiasa berbatasan dengan masyarakat yang umumnya menjadikan budidaya tanaman sebagai sumber mata pencaharian utama mereka.

Sebagai upaya memulihkan lahan terdegradasi untuk mempertahankan keanekaragaman hayati, serta untuk mendukung usaha peningkatan ekonomi masyarakat berbasis budidaya tanaman, maka penyediaan bibit berkualitas penting dilakukan. Bibit berkualitas merupakan salah satu faktor penting yang akan turut menentukan keberhasilan penanaman. Bibit akan menentukan kualitas tanaman/tegakan pohon di masa datang. Kesalahan dalam menyiapkan persyaratan bibit berkualitas tersebut akan menyebabkan kegagalan di masa mendatang. Untuk itu maka diperlukan sebuah manual yang menyajikan cara lengkap cara membuat bibit berkualitas.

Manual ini disusun berdasarkan pengalaman pelaksanaan program rehabilitasi lahan yang dilaksanakan oleh Yayasan Operasi Wallacea Terpadu (OWT), SEAMEO-BIOTROP juga mengacu berbagai literatur terkait lainnya. Adapun yang membedakan manual ini dari manual lain adalah disajikannya materi secara utuh berbagai hal terkait dengan produksi bibit berkualitas, yang meliputi: penyiapan media tumbuh berkualitas melalui pemanfaatan pupuk organik dan hayati, pengadaan benih, pembuatan persemaian dan cara pembibitan generatif maupun vegetatif. Untuk memudahkan pemahaman para pembaca, maka manual ini juga disertai dengan berbagai gambar dan foto.

Manual ini tentu masih memerlukan penyempurnaan agar lebih mudah dipahami oleh para pengguna di lapangan, oleh sebab itu berbagai masukan dan penyempurnaan perlu terus dilakukan seiring dengan perkembangan teknologi budidaya tanaman. Semoga manual ini dapat memberi manfaat dalam pemulihan lahan terdegradasi maupun pemanfaatan lahan berkualitas untuk peningkatan ekonomi masyarakat.

Operasi Wallacea Terpadu
Direktur,
Dr. Edi Purwanto



SEKAPUR SIRIH

Membuat bibit adalah pekerjaan mudah apalagi jika tujuannya hanya sekedar menumbuhkan bibit. Namun pertanyaan yang akan muncul adalah apakah bibit yang dihasilkan tersebut dapat menjamin keberhasilan penanaman di masa datang sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Tidak sedikit orang yang mengalami kegagalan penanaman akibat kesalahan saat proses pembibitan seperti kesalahan pengadaan benih yang tidak jelas mutu genetiknya, penyimpanan benih, penyemaian benih, penyiapan media tumbuh tanaman, penyapihan, pemeliharaan bibit di persemaian, hingga tidak dilakukannya seleksi bibit untuk memenuhi kriteria bibit siap tanaman. Kesalahan-kesalahan tersebut dapat menyebabkan tidak terpenuhinya tujuan penanaman yang diakibatkan oleh matinya tanaman sebelum berproduksi, pertumbuhan tanaman yang merana di lapangan, rendahnya produksi tanaman, hingga tidak berproduksinya tanaman. Kegagalan tanaman ini disebabkan oleh tidak terpenuhinya kriteria bibit berkualitas sehingga menyebabkan kerugian waktu, tenaga dan biaya.

Bibit berkualitas dicirikan oleh kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan baru, dapat tumbuh dengan baik jika ditanam di lapangan, sehat dan seragam. Oleh sebab itu bibit yang akan ditanam harus memenuhi *mutu genetik* benih dan *mutu fisik fisiologis* bibit. Mutu genetik benih berkaitan dengan faktor bawaan yang ditentukan oleh komposisi gen benih, adapun mutu fisik fisiologis bibit menginformasikan tentang kondisi fisik bibit, antara lain: kondisi batang, kesehatan bibit, tinggi, diameter dan kekompakan media.

Mutu benih dan mutu fisik fisiologis bibit akan menentukan kualitas tanaman/tegakan pohon di masa datang. Kesalahan dalam menyiapkan persyaratan mutu tersebut akan menyebabkan kegagalan di masa mendatang, demikian juga sebaliknya akan menentukan keberhasilan penanaman di masa datang. Dengan demikian jelas bahwa bibit berkualitas merupakan salah satu faktor penting yang akan turut menentukan keberhasilan penanaman dan manfaat yang diharapkan dari suatu kegiatan penanaman.

Bibit berkualitas dapat disediakan jika serangkaian kegiatan pembibitan dipenuhi dengan baik dan benar, mulai dari: (i) Pengadaan benih (bagaimana asal usul genetik benih, cara pengumpulan benih, penyimpanan benih, perlakuan benih hingga teknik penyemaian benih); (ii) Penyiapan media tumbuh bibit (komposisi media tumbuh, perbaikan sifat kimia dan fisik media tumbuh, pemanfaatan pupuk organik dan hayati); (iii) Terpenuhinya persyaratan persemaian (ketersediaan air, lokasi, tenaga kerja dan keamanan); (iv) Teknik pembibitan baik secara generatif maupun vegetative (penyapihan, pemeliharaan dan seleksi bibit). Oleh karenanya dibutuhkan sebuah manual yang setidaknya dapat menyajikan materi secara utuh untuk memberikan pengetahuan tentang teknik pembibitan tanaman yang berkualitas dan mudah dipraktikkan di lapangan.

Salam lestari,
Tim Penyusun



DAFTAR ISI

Halaman cover	i
Kata pengantar	iii
Sekapur sirih	iv
Daftar Isi	v
BAB I. Pembuatan Persemaian dan Teknik Pembibitan Generatif	1
I. PENDAHULUAN	2
1.1. Latar belakang	2
1.2. Tujuan	2
II. ALUR PEMBUATAN PERSEMAIAN	3
2.1. Sosialisasi dan Koordinasi	4
2.2. Penyiapan Sarana dan Prasarana Persemaian	5
III. ALUR PEMBIBITAN	16
3.1. Apa yang dibutuhkan oleh tanaman?	16
3.2. Pengadaan Benih	19
3.3. Penyemaian Benih	20
3.4. Penyapihan	23
3.5. Pemeliharaan Bibit	26
3.6. Ukuran bibit di persemaian	27
3.7. Seleksi Bibit Sebelum Penanaman	30
3.8. Waktu Pelaksanaan Pembibitan	31
Daftar Pustaka	32

BAB II. Teknik Pembibitan Vegetatif	33
I. PENDAHULUAN	34
1.1. Latar belakang	34
1.2. Tujuan	34
II. MEMILIH POHON INDUK	35
A. Seleksi Pohon Induk Penghasil Kayu Berkualitas	35
B. Seleksi Pohon Induk Penghasil Non-Kayu Berkualitas	40
C. Membangun Sumber Benih	40
III. BERBAGAI TEKNIK PEMBIBITAN VEGETATIF	43
A. Teknik Pembibitan Stek	43
B. Teknik Pembibitan Okulasi	63
C. Teknik Pembibitan Sambung	67
D. Teknik Pembibitan Cangkok	76
Daftar Pustaka	80
BAB III. Pembuatan Pupuk dan Pestisida Organik	81
I. PENDAHULUAN	82
1.1. Latar belakang	82
1.2. Definisi Pupuk Organik	83
II. MENGENAL PUPUK ORGANIK	84
2.1. Definisi Pupuk Organik	84
2.2. Macam Pupuk Organik dan Cara Pembuatannya	84
2.3. Arang Sekam	110
III. PESTISIDA ORGANIK	113
3.1. Pengertian pestisida organik	113
3.2. Keuntungan dan kelemahan	113
3.3. Bahan Pestisida Organik	113
3.4. Cara Pembuatan	115
3.5. Cuka Asam	119
3.6. Bubur Rorak dan Bordo	122
IV. PUPUK DAN PESTISIDA HAYATI	124
4.1. Definisi	124
4.2. Fungsi	124
4.3. Jenis Pupuk dan Pestisida Hayati	125
4.4. Cara Perbanyak dan Pemanfaatan Mikroorganisme	128
Daftar Pustaka	137



I Pembuatan Persemaian dan Teknik Pembibitan Generatif



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Salah satu faktor yang ikut menentukan keberhasilan penanaman adalah ketersediaan bibit berkualitas. Bibit berkualitas ditandai oleh kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan baru, dapat tumbuh dengan baik jika ditanam di lapangan, sehat, dan seragam. Oleh sebab itu bibit yang akan ditanam harus memenuhi *mutu genetik* dan *mutu fisik fisiologis*.

Mutu genetik menginformasikan tentang asal sumber benih, dengan demikian, mutu genetik akan berhubungan dengan kualitas pohon yang dijadikan sebagai penghasil benih untuk pembibitan. Jika pohon induk yang digunakan berkualitas baik, maka akan lebih berpeluang menghasilkan anakan yang baik, demikian juga sebaliknya. Sedangkan mutu fisik fisiologis menginformasikan tentang kondisi fisik bibit, antara lain kondisi batang, kesehatan bibit, tinggi, diameter, dan kekompakan media. Mutu fisik fisiologis akan terkait dengan rangkaian kegiatan pembibitan yang dilakukan.

Oleh karenanya, rangkaian kegiatan pembibitan yang tidak benar akan berdampak pada kualitas bibit. Untuk itu perlu dikuasai teknik pembibitan yang baik mulai dari penyiapan sarana dan prasarana pembibitan, pengadaan benih, penyiapan media kecambah dan saph, perlakuan benih, penyemaian, pemeliharaan bibit di persemaian, hingga seleksi bibit untuk penanaman.

1.2. Tujuan

Pembuatan manual ini bertujuan untuk memberikan arahan dalam pembuatan persemaian dan pembibitan tanaman hutan melalui teknik pembibitan secara generatif.



II. ALUR PEMBUATAN PERSEMAIAN

Persemaian (*nursery*) adalah tempat atau areal untuk kegiatan memproses benih (atau bahan lain dari tanaman) menjadi bibit/semay yang siap ditanam di lapangan. Kegiatan di persemaian merupakan kegiatan awal di lapangan dari kegiatan penanaman hutan karena itu sangat penting dan merupakan kunci pertama di dalam upaya mencapai keberhasilan penanaman hutan.

Peluang bibit untuk bertahan dan dapat tumbuh dengan baik di lapangan dipengaruhi oleh kesehatan dan kekuatan, ketika mereka ditanam. Bibit yang sehat, proporsi yang seimbang dan pertumbuhan yang bagus mempunyai peluang kelangsungan hidup yang tinggi dibanding bibit yang lemah dan stres.

Kemampuan hidup yang lebih baik dari bibit yang berasal dari persemaian disebabkan oleh 4 faktor utama, yaitu: (1) Di lapangan biasanya benih sering gagal untuk menyelesaikan perkecambahan karena lingkungan yang merugikan (kekeringan, banjir) atau diserang oleh patogen; (2). Kerusakan oleh pemangsa benih cukup tinggi di lapangan; (3) Benih yang baru berkecambah dan bibit kecil seringkali tertekan oleh vegetasi lain, contohnya gulma herbal, di mana mereka akan berkompetisi; (4). Di persemaian dapat mengendalikan perkecambahan dan lingkungan pertumbuhan, sehingga bibit mempunyai peluang optimal untuk bertahan pada tahapan yang kritis dan masalah pemangsaan biasanya kecil dibanding di lapangan.

Penanaman benih ke lapangan dapat dilakukan secara langsung dan secara tidak langsung yang berarti harus disemaikan terlebih dahulu di tempat persemaian. Penanaman secara langsung ke lapangan biasanya dilakukan apabila biji-biji (benih) tersebut berukuran besar dan jumlah persediaannya melimpah. Meskipun ukuran benih besar tetapi kalau jumlahnya terbatas, maka benih tersebut seyogyanya disemaikan terlebih dulu.

Pembangunan persemaian desa/kebun bibit desa merupakan bagian penting dalam upaya rehabilitasi Daerah Tangkapan Air (DTA), karena melalui persemaian akan diproduksi bibit yang kelak akan digunakan dalam kegiatan penanaman pada areal DTA bersangkutan. Tujuan dibangunnya persemaian desa antara lain: (a) meminimalkan kerusakan bibit akibat pengangkutan, (b) mendekatkan bibit dengan lokasi penanaman, (c) member percontohan teknik persemaian kepada masyarakat ketika akan mengembangkan jenis-jenis bermanfaat ke depan, (d) peningkatan SDM masyarakat dalam bidang pembibitan. Secara umum pembangunan persemaian akan mencakup beberapa tahap sebagai berikut:

2.1. Sosialisasi dan Koordinasi

Semua kegiatan yang akan melibatkan peran serta masyarakat dan pemerintahan desa harus diawali dengan kegiatan sosialisasi dan koordinasi. Telah disepakati bahwa sosialisasi dan koordinasi merupakan ujung tombak yang sangat penting bagi keberhasilan suatu kegiatan, termasuk kegiatan pembibitan yang akan digunakan untuk rehabilitasi Daerah Tangkapan Air.

Pada tahap awal perlu dilakukan koordinasi dengan pihak terkait, khususnya pemerintah desa tentang rencana kegiatan dimaksud, dalam hal ini kegiatan pembibitan desa. Setelah terdapat kesepakatan dengan instansi terkait dan pemerintah desa, maka tahap selanjutnya adalah melaksanakan sosialisasi rencana kegiatan secara detil baik kepada tokoh masyarakat, perwakilan masyarakat, kelompok tani, pemerintah desa dan pihak terkait lainnya. Beberapa topik penting yang dapat diinformasikan dalam sosialisasi maupun rapat-rapat lanjutan lainnya dengan masyarakat, antara lain:

- a. Penyampaian tentang pengertian, maksud, dan tujuan kegiatan pembibitan desa
- b. Penyampaian tentang rencana kelembagaan dalam membangun kebun bibit desa (dalam hal ini pengelolaan kegiatan akan dikelola oleh kelompok tani)
- c. Penyampaian kesepakatan pengadaan bibit, apakah bibit akan dibeli atau dibuat. Namun sebagai bagian dari upaya pemberdayaan masyarakat, maka sangat direkomendasikan pembibitan dilakukan dengan cara membuat sendiri dalam bentuk pembangunan Kebun Bibit Desa/Nagari.
- d. Pembahasan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) pembibitan. Dalam RAB tersebut dibahas tentang komponen-komponen mana yang dapat diswadayakan/digotongroyongkan dan komponen-komponen yang dibiayai.
- e. Membahas tentang kesepakatan jadwal kerjabakti kelompok tani dalam pengelolaan kebun bibit desa. Kerjabakti penting dilaksanakan agar suatu kegiatan merupakan milik bersama dan menjadi tanggung jawab bersama. Kerjabakti dapat dilaksanakan secara mingguan.
- f. Membahas rencana lokasi pembibitan
- g. Mendapatkan informasi dari masyarakat tentang jenis-jenis tanaman unggulan setempat/lokal khususnya tanaman pohon MPTS (Multi Purpose Trees Species) yaitu pohon penghasil non kayu (penghasil buah, getah, kulit, resin, dan pohon penghasil non kayu lainnya) yang bernilai ekonomis, telah dikenal masyarakat, dan tumbuh baik di wilayah tersebut.
- h. Pembahasan penetapan jenis yang akan dikembangkan

Pemilihan jenis tanaman yang akan dikembangkan pada masing-masing persemaian desa berdasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu: (a) jenis yang dipilih memiliki fungsi dalam konservasi tanah dan air, (b) diminati oleh masyarakat karena memiliki nilai ekonomi, (c) memiliki kesesuaian tempat tumbuh. Jenis-jenis yang akan dikembangkan berdasarkan kecepatan tumbuh dan nilai ekonominya maka dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok penting, yaitu: (1) Jenis Penghasil Kayu Berkualitas (High Quality Timber Species, seperti mahoni, suren, Uru, merbau, jati, kayu afrika), (2) jenis cepat tumbuh (Fast Growing Species, antara lain sengon, jati putih sengon buto), dan jenis manfaat ganda (Multi Purpose Tree Species, seperti : pulai, nangka, gaharu, durian). Untuk lebih mudahnya, jenis yang akan dikembangkan meliputi jenis-jenis unggulan lokal dan non-lokal.

Jenis-jenis tersebut diperoleh dengan cara mengoleksi jenis-jenis lokal dan jenis non lokal. Jenis-jenis yang dikembangkan, berdasarkan kecepatan pertumbuhannya, maka dapat dikelompokkan ke dalam: pertumbuhan cepat, sedang, dan lambat, sebagaimana disajikan pada Tabel 1 di bawah:

Tabel 1. Kelompok Tanaman Berdasarkan Kecepatan Pertumbuhannya

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kecepatan Tumbuh Tanaman
1	Sengon Sengon buto Jati putih Sirsak Jabon Akasia Eukaliptus	<i>Paraserianthes falcataria</i> <i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Gmelina arborea</i> <i>Anona muricata</i> <i>Anthocephalus cadamba</i> <i>Acacia</i> spp. <i>Eucaliptus</i> spp.	Cepat Tumbuh/ <i>Fast Growing Species (FGS)</i>
2	Suren Kayu afrika Nangka Durian Alpukat Pulai Gaharu Cemara gunung (buangin) Uru	<i>Toona sureni</i> <i>Maesopsis eminii</i> <i>Pterocarpus heterophyllus</i> <i>Durio zibethinus</i> <i>Persea americana</i> <i>Alstonia scholaris</i> <i>Aquilaria</i> sp. <i>Casuarina junghuniana</i> <i>Elmerrillia</i> sp.	Kecepatan Sedang/ <i>Middle Growing</i>
3	Mahoni Merbau/kayu besi Mahoni Uganda Jati Trembesi Kayu Kuku Tumaku Eboni Ulin	<i>Swietenia macrophylla</i> <i>Intsia bijuga</i> <i>Khaya anothoteca</i> <i>Tectona grandis</i> <i>Samanea saman</i> <i>Pericopsis mooniana</i> <i>Macadamia</i> sp. <i>Diospyos celebica</i> <i>Eusideroxylon zwagery</i>	Lambat Tumbuh/ <i>Slow Growing</i>

2.2. Penyiapan Sarana dan Prasarana Persemaian

2.2.1. Penetapan Lokasi Pembibitan

a. Lokasi Pembibitan

Untuk memperoleh mutu bibit yang baik, dan mengurangi resiko kerusakan bibit ke lokasi penanaman, diperlukan persemaian dan Tempat Pengumpulan Sementara (TPS) yang sesuai kriteria dan standar mutu. Pembuatan persemaian dilakukan jika kebutuhan bibit diperoleh dengan cara membuat bibit (baik secara vegetatif maupun generatif), sedangkan TPS disediakan jika kebutuhan bibit diperoleh dengan cara mendatangkan bibit dari luar/membeli bibit dari para penangkar bibit. Berdasar sifat lokasinya, maka persemaian dan TPS dikelompokkan dalam dua jenis, yaitu persemaian lahan kering dan mangrove. Masing-masing tipe persemaian memiliki persyaratan sebagai berikut:

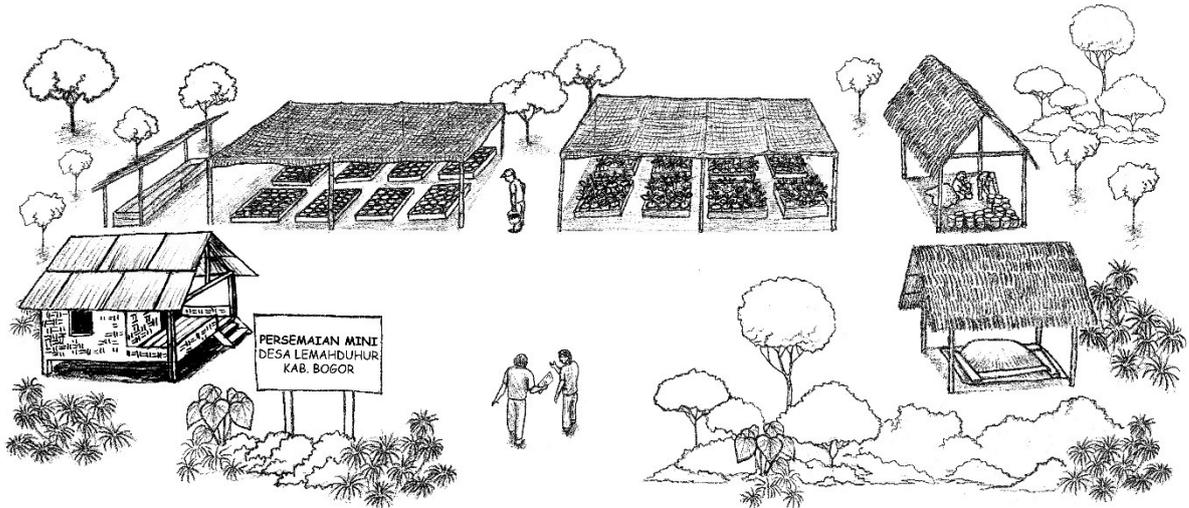
- *Persemaian lahan kering*: dekat dengan lokasi penanaman, dekat sumber air, bebas banjir dan angin keras, memiliki areal terbuka dan areal naungan, memiliki sarana penyiraman, memiliki peralatan penanganan benih, dengan dengan tenaga kerja.

- *Persemaian mangrove*: dekat dengan lokasi penanaman, terkena pasang surut air laut, bebas banjir, angin keras dan ombak besar, memiliki areal terbuka dan naungan, dekat dengan tenaga kerja.

Dengan mengacu pada persyaratan persemaian tersebut, selanjutnya dilakukan pembahasan penetapan lokasi persemaian bersama masyarakat dan pemerintah desa. Lokasi yang telah sesuai dan disepakati selanjutnya diambil posisi koordinatnya sebagai bahan informasi yang akan dimasukkan dalam peta Rencana Rehabilitasi DTA.

Agar diperoleh bibit dan hasil penanaman yang baik, maka lokasi pembibitan sebaiknya memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut:

- Diutamakan lahan datar-landai, namun jika tidak terdapat lahan datar/landai maka areal untuk pembibitan dapat dibuat dalam bentuk teras-teras untuk meletakkan bedeng saph.
- Lokasi pembibitan dekat dengan lokasi penanaman, untuk mengurangi resiko kerusakan bibit saat pengangkutan dari lokasi pembibitan ke lokasi penanaman. Semakin jauh lokasi penanaman dari pembibitan maka akan semakin meningkatkan resiko kerusakan fisik saat pengangkutan.
- Lokasi pembibitan bebas dari konflik kepemilikan lahan, karena kebun bibit yang akan dibuat bersifat semi-permanen hingga permanen, maka sebaiknya lokasi tidak memiliki permasalahan kepemilikan lahan di kemudian hari. Lahan disediakan masyarakat yang benar-benar secara sukarela menyediakan lahannya untuk kegiatan pembibitan. Dalam hal ini tidak salah jika perlu dibuatkan Surat Perjanjian antara pemilik lahan dengan Kelompok Tani Pengelola tentang peminjaman lahan untuk kegiatan pembibitan desa.
- Lokasi pembibitan aman dari gangguan alam (banjir, tanah longsor, angin), hewan ternak, hewan liar, dan kemungkinan gangguan manusia.
- Lokasi pembibitan dekat dengan sumber air.
- Lokasi pembibitan memiliki akses jalan yang baik atau setidaknya mudah dijangkau dengan kendaraan sehingga memudahkan dalam proses pengangkutan bibit.
- Lokasi pembibitan dekat dengan tenaga kerja dalam hal ini anggota kelompok tani pengelola pembibitan, sehingga memudahkan dalam kegiatan pembibitan, pemeliharaan dan pengamanan kebun bibit.



Gambar 1. Contoh tata letak kebun bibit desa

2.2.2. Bahan dan Peralatan Pembibitan

Bahan dan alat yang diperlukan dalam pembibitan tanaman diuraikan sebagai berikut:

a. Bahan

Bahan-bahan yang perlu disiapkan dalam melakukan pembibitan antara lain: benih beberapa jenis tanaman yang akan dikembangkan, pestisida (khususnya fungisida dan insektisida), pasir halus, topsoil (lapisan tanah atas), pupuk kandang, sekam padi (dibuat arang sekam), plastik bening, paranet (naungan 65%), *polybag* (standar ukuran diameter 12 cm, untuk benih besar maka dapat digunakan *polybag* ukuran lebih besar misalnya diameter 15 cm).

b. Peralatan

Peralatan yang diperlukan antara lain: cangkul, sekop, ember plastik, gembor, sarung tangan, masker, timbangan, gelas ukur, handsprayer, selang air, gerobak dorong, karung, peralatan pengairan, tangki air, ayakan pasir, terpal, golok, gunting stek,

2.2.3. Fasilitas Persemaian

Untuk membangun kebun bibit, maka perlu disiapkan fasilitas pendukung sebagai berikut:

a. Tempat Penyemaian Benih

Pada dasarnya tempat penyemaian benih dapat dilakukan berdasarkan pada kelompok ukuran benih, yaitu: (1) Penyemaian benih **ukuran besar** (ukuran > 2 cm, seperti: nangka, durian, alpukat, mangga) dengan cara disemai langsung pada media di *polybag* dan (2) Penyemaian benih **ukuran sedang** (1-2 cm, seperti: mahoni, khaya, kayu afrika, mindi,) kecil (0,5 – 1 cm, seperti: sengon, surren, akasia, gaharu), dan halus (< 0,5 cm, seperti: jabon, ekaliptus, duabanga) dengan cara disemai dahulu pada media semai/perkecambahan. Tempat untuk menyemai benih dapat dibuat dalam beberapa bentuk, yaitu:

- **Bedeng tabur,**

Benih yang kecil biasanya disebar di bedeng tabur dibanding menyemai satu persatu dalam pot. Bedeng tabur juga sesuai jika benih cenderung memerlukan waktu yang lama untuk berkecambah; lebih mudah menyangi bedeng tabur dibanding pot dan masalah dekomposisi pada campuran isian

pot dapat ditunda. Bedeng tabur seringkali dibangun dengan kerangka kayu (perhatian, kayu dari beberapa spesies membusuk sangat cepat). Bagian dasar dari bedeng tabur adalah kerikil atau bahan lain yang dapat mengalirkan secara baik dan media perkecambahan seringkali terdiri dari bahan yang relatif gembur, contohnya pasir yang membuat lebih mudah untuk memindahkan bibit tanpa merusak sistem akar. Untuk spesies hutan lembab, bedeng tabur biasanya ditutupi oleh lembaran politen yang akan menjaga suhu dan kelembaban tinggi di dalam bedeng tabur. Lembaran politen secara sesuai ditempatkan pada kerangka kayu dan dapat dibuka serta dipindahkan, contohnya untuk mencegah kepanasan dan ketika bedeng tabur perlu untuk disiram, disiangi, memindahkan benih yang berkecambah kedalam *polytube*, menyemai benih baru dsb.

Dibuat dalam bentuk bedengan dengan ukuran 1 m x 4 m, bedeng dibatasi oleh bambu atau papan kayu setebal 20 cm. Media semai diletakkan pada bedengan untuk menyemai/menabur benih, oleh sebab itu bedengan ini bisa juga disebut dengan istilah bedeng tabur. Atap bedeng tabur dapat dibuat dari rumbia agar tidak terkena hujan langsung, sedangkan tiangnya dibuat dari bambu dengan ketinggian sekitar 100 cm. Media penyemaian dimasukkan ke dalam bedeng tabur hingga kedalaman sekitar 10-15 cm. Bedeng tabur digunakan untuk menyemai benih-benih ukuran sedang, seperti: mahoni, sirsak, kayu afrika, gmelina, meranti, karet, cokelat, mindi, kemiri, rambutan, lengkung, dll. Contoh bedeng tabur dapat dilihat pada gambar berikut :



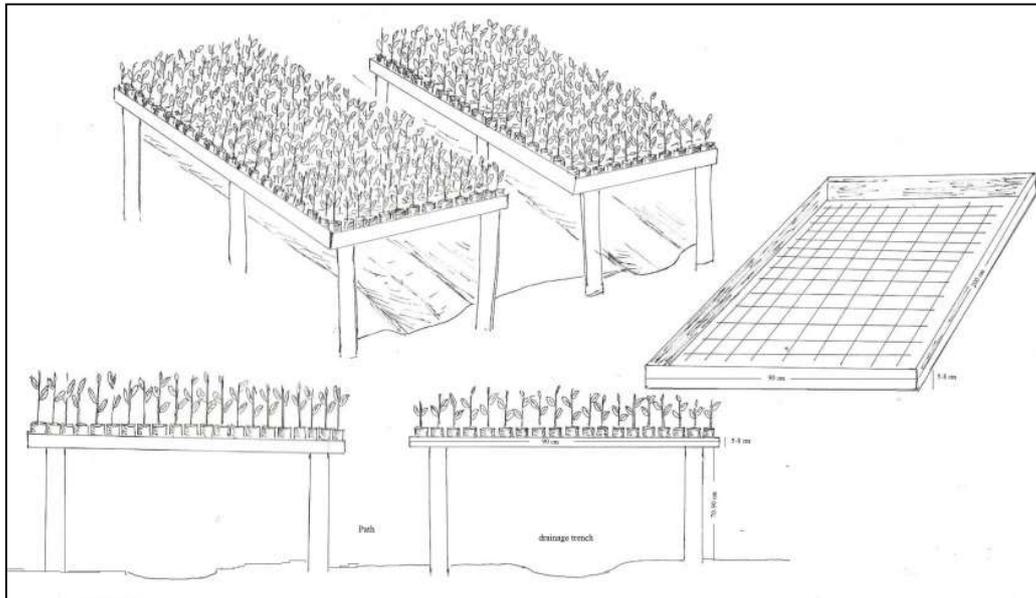
Gambar 2. Model bedeng tabur (kiri) dan semai mahoni siap sapih (kanan)

Ketika benih telah berkecambah, bedeng tabur dapat ditutup oleh kerangka dengan kasa kawat untuk mencegah hewan liar (pengerat, burung, monyet, babi liar) merusak benih dan bibit.

Bedeng sapih harus mempunyai drainase yang bagus untuk mencegah penggenangan air dalam pot. Jika bibit ditempatkan secara langsung di atas tanah, maka bagian dasar bedeng sapih sebaiknya harus memiliki lapisan kerikil atau pasir untuk menjamin drainase yang bagus. Selain itu, selokan drainase pada tiap sisi bedeng sapih harus dibuat untuk mengalirkan air ketika hujan lebat. Bibit harus dipelihara di tempat dengan sedikit konstruksi kerangka. Kerangka besi batangan selebar bedeng bibit (sekitar 1 meter) dan panjang 1-2 meter cukup sesuai. Lebar bedeng tabur biasanya sekitar 1 meter untuk memungkinkan penyiangan secara manual.

Sebagai alternatif, beberapa persemaian menggunakan bedeng sapih yang ditinggikan. Dibangun dengan kerangka kayu, dasarnya kasa kawat dan ditempatkan pada tiang-tiang. Bedeng yang ditinggikan biasanya lebih baik terlindungi dari kerusakan oleh contohnya pengerat dan babi liar. Sebagai tambahan, memungkinkan posisi bekerja yang lebih nyaman bagi para pekerja persemaian.

Bedeng saph yang ditinggikan terdiri dari kerangka kayu dengan dasar kasa kawat, cukup kuat untuk menanggung beban bibit dan medianya. Bak saph bertumpu pada tiang-tiang. Parit untuk drainase dibuat di bawah bedeng saph. Parit tersebut memungkinkan pengaliran air hujan atau air irigasi yang berlebih. Karena permukaan tanah jalur untuk berjalan antara bedeng saph lebih tinggi dibanding parit, maka jalur untuk berjalan tidak akan becek/berlumpur. Kiri merupakan gambar skematis dari konstruksi. Kanan adalah foto dari sistem tersebut pada persemaian masyarakat di India.



Gambar 3. Model bedeng saph

- **Bak kecambah plastik**

Bak kecambah plastik juga dapat digunakan untuk mengecambahkan benih, khususnya benih-benih berukuran kecil (sengon, suren, meranti, mindi, jati, gaharu, dll.) dan benih halus (jabon, ekaliptus, akasia, dll.). Khusus benih halus, pengecambahan disarankan menggunakan bak kecambah plastik agar pemeliharaan selama proses pengecambahan lebih mudah dikontrol.

Bak kecambah perlu dilubangi bagian bawahnya agar tidak terjadi penggenangan air saat disiram. Untuk menjaga kelembaban media, maka bak kecambah dapat ditutup dengan plastik buram. Selanjutnya bak dapat disusun di dalam rak.



Gambar 4. Penyemaian benih *Shorea selanica* (kiri) dan semai siap saph (kanan)

- **Bak kecambah papan kayu**

Selain menggunakan bahan dari plastik, bak kecambah juga dapat dibuat dari papan kayu. Bak ini dibuat dari papan kayu ukuran : panjang 4 m, lebar 0,8 m, dan tinggi 0,6 m. Pada bagian dasar diisi batu koral/batubatu kecil setebal 5 cm dan bagian atasnya kemudian diisi media kecambah setebal 15 cm. Media kecambah dapat dibuat dari pasir halus atau campuran pasir halus dan arang sekam = 1 : 1. Bak ditutup dengan penutup dimana rangkanya dilapisi plastik buram, dan seluruh bagian dalam bak juga dilapisi plastik buram. Hal ini bertujuan agar kelembaban pada bak tetap tinggi sehingga dapat mempertahankan kondisi kelembaban ruangan dan media kecambah.

Sehubungan dengan kondisi ruangan seperti itu, maka bak kecambah dari papan kayu selain digunakan untuk mengecambahkan benih ukuran kecil (seperti bak tabu), juga dapat digunakan sebagai bak proses perakaran teknik pembibitan stek pucuk, ruang adaptasi semai cabutan alami, dan ruang penyimpanan untuk proses bibit sambungan. Untuk jelasnya lihat gambar di bawah:



Gambar 5. Bak kecambah papan kayu (kiri) dan semai sengon siap sapih (kanan)

Adapun benih ukuran besar seperti: nangka, durian, alpukat, dapat disemai langsung pada media sapih di *polybag*. Umumnya jika benih jenis-jenis tersebut disemai terlebih dahulu pada bedeng tabur akan menyebabkan kesulitan saat penyapihan karena memiliki perakaran semai yang dalam.



Gambar 6. Benih besar langsung disemai di *polybag*

b. Bedeng Sapih

Bedeng sapih merupakan bedengan yang digunakan sebagai tempat untuk menyusun *polybag* berisi media tumbuh yang selanjutnya digunakan untuk penyapihan semai dan dipelihara hingga menjadi bibit siap tanam. Bedeng sapih dibuat dengan ukuran 1 m x 5 m, batas bedeng menggunakan bambu, jarak antar bedeng 1 m. Bedeng sapih sebaiknya dibuat memanjang menurut arah Utara-Selatan dengan tujuan agar ketika matahari terbit hingga terbenam dari arah Timur ke Barat dapat memberikan cahaya secara merata kepada bibit-bibit yang ditata dalam bedeng sapih. Contoh bedeng sapih disajikan pada Gambar 6.



Gambar 7. Benih besar langsung disemai di *polybag*

c. Naungan Persemaian

Fungsi utama dari konstruksi naungan adalah untuk melindungi bibit dari sinar matahari langsung. Terutama pada persemaian terbuka tanpa naungan dari pohon, perlu untuk membangun penutup yang teduh. Konstruksi naungan terdiri dari bahan atap yang ditopang oleh beberapa struktur dasar. Pada area yang rentan angin, strukturnya harus lebih kuat. Naungan dapat disediakan dengan jaring pelindung dari tikar rumput. Penetrasi cahaya yang cukup harus disediakan, dan harus bisa memindahkan bahan naungan ketika proses *hardening* bibit. Sebagai alternatif, bibit dapat dipindahkan keluar dari area naungan selama proses *hardening*. Jaring naungan persemaian (*paranet*) yang diperdagangkan biasanya berwarna hitam dan terbuat dari bahan sintesis dengan penetrasi cahaya sekitar 50%.

Pohon peneduh alami dapat juga menyediakan naungan yang baik. Di Harapan, tanaman eksotik sengon (*Paraserianthes falcataria*) merupakan pohon peneduh yang sangat baik karena pertumbuhan yang cepat, tajuk melebar dan relatif terbuka, pohon sengon menyediakan naungan yang seragam dan tidak terlalu rapat.

Pertumbuhan bibit saat masih kecil tidak tahan terhadap penyinaran cahaya matahari secara langsung, oleh karenanya perlu diberikan naungan. Untuk membuat naungan maka perlu tiang dan atap. Tiang dapat dibuat dari bambu yang tahan lama (misalnya bambu betung), kemudian bagian atapnya diberi naungan. Tinggi tiang disesuaikan agar tidak mengganggu saat orang berdiri ($\pm 2 - 3$ m), karena tiang yang terlalu rendah menyebabkan orang harus merunduk saat memasuki persemaian.

Secara sederhana naungan dapat dibuat dari alang-alang, namun umumnya kondisi ini menghasilkan naungan yang tidak seragam terhadap semua bibit di bedeng sapih, bahkan terkadang memberikan

naungan yang lebih gelap. Agar diperoleh naungan dengan pencahayaan yang seragam, maka sebaiknya digunakan paranet. Terdapat beberapa tingkat penutupan naungan paranet (75%, 65%, 50%, dll.). Untuk persemaian pada umumnya dapat digunakan paranet dengan tingkat naungan 65%, adapun untuk jenis meranti dapat menggunakan tingkat naungan lebih berat, misalnya 75%. Sedangkan jenis-jenis yang pertumbuhannya membutuhkan cahaya penuh (jati, sengon, jabon, dll.), maka dapat menggunakan naungan 50%.



Gambar 8. Naungan persemaian menggunakan paranet

Khusus untuk tanaman perkebunan seperti kakao, maka atap naungan perlu dilapisi dengan plastik buram, hal ini dimaksudkan agar bibit kakao tidak terkena air hujan secara menerus, karena media bibit yang tergenang air dapat menyebabkan kematian bibit. Hal yang sama juga untuk bibit lada, agar dihindarijangan sampai media bibit lada tergenang air hujan terlalu lama.



Gambar 9. Model naungan yang dilapisi plastik buram

d. Sarana Perairan

Air merupakan persyaratan penting dalam sebuah persemaian/kebun bibit. Oleh sebab itu persemaian harus dibuat tidak jauh dari sumber air, misalnya sungai dan sumber mata air. Jika sumber air berada di bagian atas persemaian, maka untuk mengalirkan air menuju penampung air/tangki air di persemaian tidak memerlukan alat jenset, namun sebaliknya akan menggunakan jenset jika sumber air berada di bawah areal persemaian.

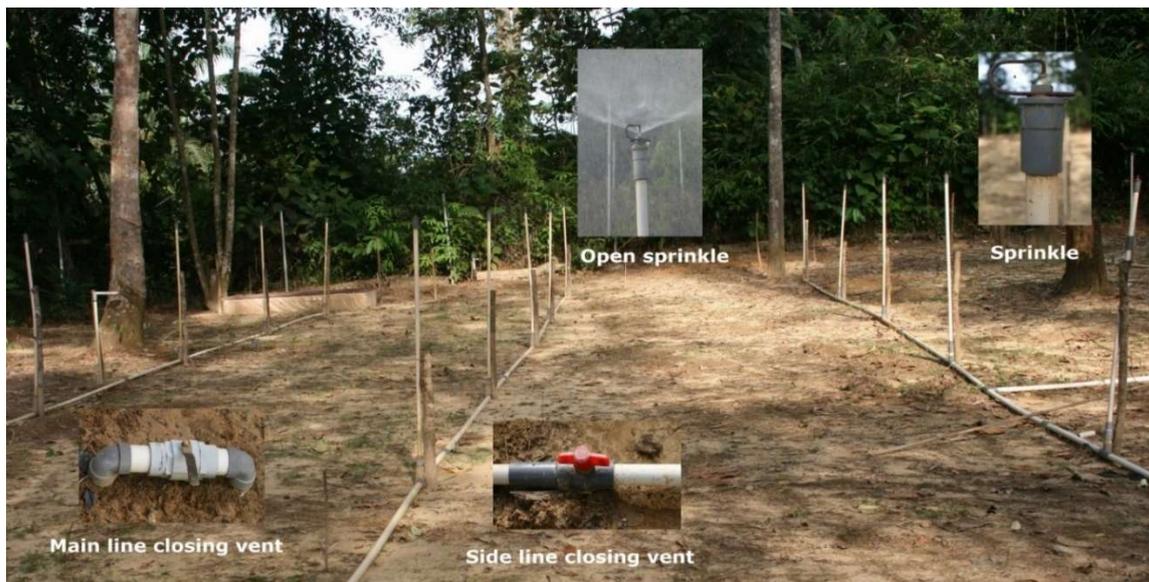


Gambar 10. Galon penampungan air

Sistem penyiraman yang baik merupakan hal yang penting untuk produksi tanaman di persemaian. Sumber air biasanya berupa sungai dan kolam permanen. Pompa elektrik atau yang berdasarkan bahan bakar mengambil air dari sumber menuju sistem pipa utama dan melalui sistem *sprinkle* menyemprotkan air ke seluruh tanaman. Agar sistem *sprinkle* dapat bekerja secara benar, pompa harus mempunyai kapasitas untuk menyediakan tekanan yang mencukupi. Bagian-bagian berbeda dari persemaian disiram bergantian dengan *vent* tertutup pada beberapa bagian ketika menyiram bagian yang lain.

Sistem cadangan-air harus tersedia jikalau sistem irigasi rusak, yang pasti terjadi sekali-sekali. Tangki air besar dengan diameter 2,5 m dan tinggi 3,5 m menampung $1.25^2 \times \pi \times 3.5 =$ sekitar 17 m^3 atau sekitar 17,000 liter. Air dari tangki air harus dibawa menuju bedeng saphi. Sebuah drum dengan diameter sekitar 70 cm dan panjang 1 meter, dipasang pada kereta roda yang dapat ditarik mengelilingi dengan tangan. Itu menampung sekitar $3.5^2 \times \pi \times 10 = 385$ liter, cukup untuk mengisi sekitar 30 kaleng penyiraman berukuran standard 12 liter.

Adapun model jaringan dari pipa PVC yang menghubungkan sistem *sprinkler* untuk menyiram tanaman disajikan pada gambar di bawah. Bagian masing-masing dari jaringan pipa dapat dibuka dan ditutup dalam rangka mengatur ketersediaan air dan mempertahankan tekanan yang cukup di dalam sistem.



Gambar 11. Pemasangan sprinkle untuk penyiraman persemaian

e. Gubuk Kerja

Gubuk kerja merupakan bangunan sederhana berukuran 3 m x 4 m, beratap rumbia, dan bagian alas cukup tetap tanah (tidak perlu dilantai semen). Gubuk kerja digunakan untuk melakukan beberapa pekerjaan persemaian antara lain: pengayakan media, pengantongan media ke *polybag*, perlakuan benih, penyiapan bak kecambah plastik, penyiapan media kecambah, dll. Model gubuk kerja disajikan pada gambar berikut :



Gambar 12. Model gubuk kerja

h. Rumah Produksi Pupuk Organik

Rumah produksi bokashi dibuat untuk memproduksi bokashi yang akan digunakan sebagai campuran media tumbuh tanaman, khususnya untuk media saph di *polybag* dan media tumbuh bibit di lapangan. Rumah produksi bokashi dibuat dengan ukuran 4 m x 6 m, bagian atap bisa dibuat dari seng atau rumbia dan lantainya menggunakan semen. Di rumah bokashi ini juga dapat digunakan untuk pembuatan pupuk organik lainnya, seperti kompos tumbuhan atau kompos kascing (kompos yang dihasilkan oleh cacing *Lumbricus rubellus* dari kotoran sapi). Berbagai pupuk organik yang dikembangkan selanjutnya digunakan sebagai campuran media tumbuh. Jika belum digunakan maka pupuk organik yang telah produksi diangin-anginkan sebelum dikemas dalam karung.



Gambar 13. Model Rumah Produksi Pupuk Organik

i. Alat Pembuat Arang Sekam

Arang sekam dapat digunakan sebagai pupuk dasar untuk penanaman padi di sawah, yaitu diberikan bersamaan dengan pupuk kandang kira-kira 1 minggu sebelum tanam. Arang sekam sebagai salah satu pupuk organik sangat bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki struktur tanah. Pemanfaatan arang sekam sebagai media tumbuh tanaman memiliki manfaat antara lain: (1) meningkatkan sirkulasi udara (aerasi) dan air (drainase), (2) menetralkan pH, (3) hara tidak mudah tercuci sehingga siap digunakan untuk tanaman, dan (4) arang sekam mempunyai pori yang efektif untuk mengikat dan menyimpan hara. Arang sekam padi dapat dibuat dengan cara sebagai berikut:

- Siapkan alat pembuat arang sekam sebagaimana terlampir pada gambar di bawah. Alat terbuat dari seng yang diberi lubang pada sisi-sisinya dengan jarak antar lubang 2 cm. Alat terdiri dari dua bagian yaitu: ruang pembakaran dan cerobong. Ukuran ruang pembakaran panjang 30 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 40 cm. diameter cerobong 10 cm dan tinggi 40 cm. Namun jika akan dibuat gundukan yang lebih banyak, maka cerobong dapat dibuat lebih tinggi, demikian juga ukuran ruang pembakarannya.
- Siapkan sekam padi kering yang belum menjadi kompos
- Buat kayu bakar dengan ukuran sedemikian rupa agar dapat dimasukkan ke alat pembakaran.
- Setelah kayu bakar menjadi bara arang, maka alat pembakaran ditutupkan ke gundukan bara arang kayu tersebut.
- Buat gundukan sekam padi hingga gundukan menutupi seluruh alat pembakaran namun masih menyisakan bagian cerobong
- Biarkan hingga proses pembentukan arang sekam berjalan hingga seluruh sekam menjadi arang
- Setelah seluruh sekam menjadi arang, segera disiram dengan air karena jika tidak disiram maka arang sekam akan menjadi abu.

Arang sekam dapat dimanfaatkan sebagai berikut:

- Media perkecambah benih (campuran arang sekam dan pasir = 1 : 1)
- Media sapih (campuran arang sekam: kompos : tanah = 1 : 1 : 2)
- Media tanam di lapangan (tambahkan 1 liter arang sekam/lubang tanam)



Gambar 14. Model alat pembuat arang sekam



III. ALUR PEMBIBITAN

Metode pembibitan dapat dilakukan menurut dua cara, yaitu secara generatif (dari benih) dan vegetatif. Untuk melakukan pembibitan secara vegetatif diperlukan keterampilan khusus, sehingga jika masyarakat belum memiliki pengalaman metode vegetatif, ada baiknya pada tahap awal pembibitan dilakukan secara generatif. Jika metode generatif yang dipilih, maka langkah selanjutnya yang sangat penting dilakukan adalah pengadaan benih, karena tanpa tersedianya benih pembibitan tidak akan berjalan. Untuk mengadakan benih harus mengetahui musim benih. Oleh sebab itu bibit yang akan diproduksi harus disesuaikan dengan ketersediaan benih. Sebagai contoh informasi benih-benih yang tersedia antara bulan Mei – Juli antara lain: suren, mahoni, sengon, gmelina, jabon, khaya, kayu afrika, benih tersedia bulan Juli-Agustus (manggis, durian). Selanjutnya informasi musim buah jenis-jenis tanaman hutan secara lengkap dapat dilihat pada *Manual Strategi Pemilihan Jenis*.

Berdasarkan fungsinya, maka tanaman pohon dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu : (1) Tanaman Kayu-kayuan dan (2) Tanaman Multi Purpose Tree Species (MPTS)/tanaman selain penghasil kayu. Berdasarkan kesesuaian tempat tumbuh dan usulan masyarakat, maka dapat ditetapkan jenis-jenis yang akan dikembangkan. Hasil analisis data biofisik akan memberikan informasi daftar jenis tanaman yang sesuai tumbuh pada lokasi yang akan direhabilitasi, berdasarkan informasi tersebut selanjutnya dilakukan pembahasan dengan masyarakat untuk menetapkan jenis yang akan dikembangkan. Contoh tanaman yang masuk kelompok kayu-kayuan: mahoni, suren, sengon, jati, uru, kayu kuku, jabon. Adapun contoh tanaman MPTS: durian, manggis, karet, gaharu, dll. Selanjutnya informasi kelompok tanaman hutan secara lengkap dapat dilihat pada *Manual Strategi Pemilihan Jenis*.

3.1. Apa yang dibutuhkan oleh tanaman?

Tanaman harus memiliki cahaya dan suhu yang optimal, air, nutrisi dan udara yang memadai agar dapat tumbuh dengan baik. Daun membutuhkan cahaya, karena dari cahaya tanaman mendapatkan energi untuk pertumbuhan. Sebagian spesies membutuhkan banyak, sebagian spesies membutuhkan sedikit. Sebagian spesies menderita dari pemaparan cahaya yang terlalu kuat sedangkan yang lainnya sangat toleran.

Di Indonesia, suhu yang rendah jarang menjadi faktor pembatas, kecuali jika kita berada di dataran tinggi. Suhu tinggi kritis dapat dicapai, jika tanaman terpapar cahaya matahari langsung tanpa naungan. Dalam hal ini mungkin menjadi sulit untuk membedakan antara suhu tinggi dan kerusakan cahaya. Jika tanaman mempunyai air yang memadai, evaporasi akan membantu menyejukkan daun.

Air dibutuhkan untuk semua proses yang terjadi di dalam tanaman. Air merupakan bagian dari pertumbuhan (fotosintesis); air digunakan untuk mengangkut di dalam tanaman dan untuk menjaga sel tanaman mengembang. Pada akhirnya air penting untuk menyejukkan daun. Dengan air yang tidak cukup, tanaman tidak dapat menyerap nutrisi oleh akarnya. Air terutama diserap oleh akar. Oleh karena itu keseimbangan air di sekitar akar sangatlah penting.

Nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman. Terdapat banyak jenis nutrisi. Nitrogen penting untuk membuat protein, fosfor penting untuk proses energi, dan potasium penting untuk transportasi sel tanaman. Tiap nutrisi mempunyai peran tersendiri dan satu nutrisi tidak dapat mengimbangi kekurangan nutrisi lainnya. Mereka semua harus ada dalam jumlah yang benar. Nutrisi diserap oleh akar tanaman. Terkadang nutrisi ada disana namun tidak dapat masuk ke dalam tanaman, contohnya jika tanahnya asam.

Semua bagian dari tanaman bernafas. Jika tanaman atau bagian dari tanaman tidak dapat bernafas, tanaman akan lemas dan mati. Daun dan batang berada di udara. Mereka jarang memiliki masalah respirasi. Akar berada di dalam tanah. Jika tidak terdapat udara di sekitar akar, mereka tidak dapat bernafas dan oleh karenanya mereka akan mati. Akar tidak dapat bernafas jika terdapat terlalu banyak air, atau jika tanah terlalu padat.

Lingkungan di atas tanah, cahaya dan kelembaban

Daun dan batang dari bibit berada di atas tanah. Lingkungan di sini meliputi kelembaban dan cahaya. Spesies yang biasanya tumbuh di dalam naungan di alam harus juga dibesarkan di bawah naungan di dalam persemaian. Namun, sebagian besar bibit, bahkan mereka pionir yang butuh cahaya seperti *Macaranga* dan *Acacia* dapat tumbuh di bawah sedikit naungan. Naungan mengurangi evaporasi dan melindungi tanaman dari pengeringan. Namun, terlalu banyak naungan mencegah fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, pengaruh dari naungan harus disesuaikan terhadap kebutuhan dan toleransi dari masing-masing spesies atau kelompok spesies. Naungan dapat dibangun dengan bahan atap seperti tikar rumput atau jaring sintetis. Kerapatan dari bahan atap dapat disesuaikan terhadap kebutuhan dan toleransi bibit.

Kelembaban mengacu pada kadar kelembaban udara di sekitar bibit. Kelembaban dibentuk dari ketersediaan air, evaporasi dari tanah dan respirasi tanaman itu sendiri. Kelembaban yang tinggi mencegah pengeringan, contohnya jika kapasitas penyerapan akarnya kecil. Namun, kelembaban yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan masalah karena jamur dan bakteri tumbuh subur di bawah kelembaban yang tinggi. Organisme tersebut dapat menyebar jika kelembaban terlalu tinggi.

Lingkungan di bawah tanah, zona akar

Perkembangan akar pada bibit di dalam pot terbatas, serta air dan udara tidak dapat bertukar secara bebas. Oleh karena itu, lingkungan dalam pot menjadi perhatian yang paling penting ketika membesarkan bibit di persemaian. Apa yang dapat kamu lakukan untuk menciptakan lingkungan akar yang baik untuk bibit dalam pot? Pertama, kamu dapat membuat campuran sifat yang seimbang dari berbagai elemen media tumbuh. Media tumbuh harus mempunyai struktur yang baik:

1. Tidak terlalu keras dan tidak terlalu lunak, -kedua ekstrim tersebut membatasi perkembangan akar.
2. Mampu menahan air sehingga bibit tidak mudah kekeringan, namun memperkenankan drainase yang cukup untuk memperkenankan udara untuk respirasi.

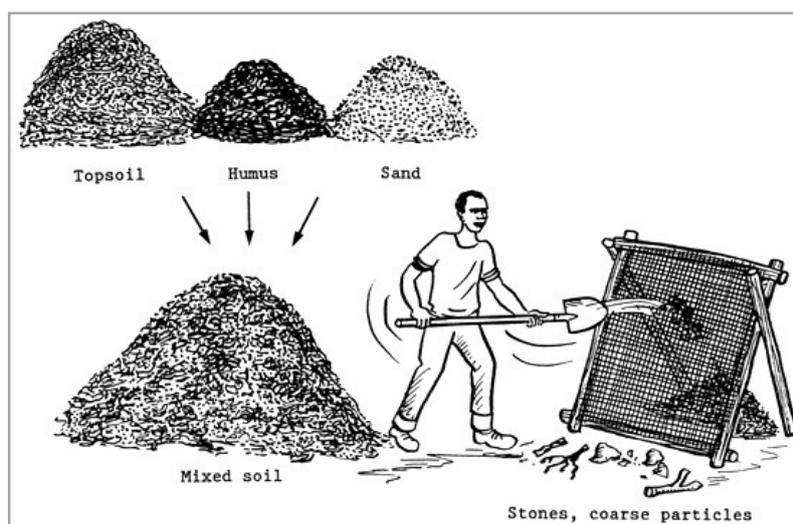
Selain itu, media tumbuh harus mempunyai nutrisi yang cukup untuk memberi makan bibit selama pertumbuhan. Kompos bernutrisi dan mempunyai struktur yang baik. Kompos juga mungkin dapat menambah pupuk di kemudian. Campuran media tumbuh dalam pot biasanya terdiri dari topsoil, humus, pasir dan kompos:

Media yang berbutiran sangat kasar (batuan kecil, kerikil dan pasir) mempunyai drainase yang baik, tapi tidak menahan air dengan baik dan tidak mengandung nutrisi yang dapat diserap tanaman. Campuran untuk mengisi pot yang secara keseluruhan terdiri dari bahan tersebut tidaklah baik, karena media akan keluar secara mudah dan tanaman akan menderita karena kekurangan nutrisi.

Media tumbuh dengan butiran sangat halus (contohnya tanah liat atau lumpur) bisa jadi kaya dalam nutrisi dan dapat menahan banyak air, tapi air menggantikan ruang udara, dan ketika tanah liat mengering akan menjadi sangat keras, sehingga akar tanaman tidak dapat tumbuh. Jika media tumbuh cenderung berbutiran sangat halus, disarankan untuk mencampurnya dengan bahan berbutiran kasar atau bahan organik.

Bahan organik (serbuk gergaji, sekam padi, gambut) dapat menahan banyak air. Drainase biasanya tidak bagus, tapi jika media dibiarkan mengering secara teratur, udara akan masuk. Namun, bisa jadi sulit untuk mengatur air. Beberapa bahan organik seperti pupuk kandang sapi mengandung banyak nutrisi; lainnya seperti serbuk gergaji hampir tidak ada kandungan nutrisi. Sebagian bahan organik mungkin mengandung senyawa yang tidak diinginkan; serbuk gergaji misalnya mengandung tanin dan lignin, yang membatasi perkembangan akar. Pupuk kandang dapat mengandung organisme berbahaya dan terlalu tinggi kadar nutrisinya untuk digunakan secara langsung sebagai satu-satunya media tumbuh bibit. Kebanyakan senyawa yang mengganggu menghilang ketika dekomposisi. Sekam padi atau kelapa seringkali digunakan sebagai komponen tanah dalam pot. Sebuah media kompos dicampur dari berbagai macam bahan organik seringkali merupakan lingkungan akar yang baik.

Top soil hutan kadang-kadang mempunyai sifat-sifat yang baik dari semua faktor yang dibutuhkan: drainase, porositas, kapasitas menahan air dan nutrisi. Selanjutnya top soil hutan mungkin mengandung mikroba tanah yang penting yang akan membuat tanaman tumbuh lebih baik. Sayangnya tanah hutan juga mungkin mengandung sesuatu yang tidak diinginkan dalam persemaian contohnya patogen atau senyawa *alelopatik* (membahayakan). Sebagian besar persemaian menggunakan campuran dari berbagai komponen.



Gambar 15. Campuran dari berbagai komponen tanah. Campuran tersebut diayak untuk menghilangkan bahan yang besar seperti cabang, batu dan daun (Sumber: Lars, 2016)

Tabel 2. Ringkasan beberapa sifat dari berbagai komponen tanah (Sumber: Lars, 2016)

Bahan	Sifat-sifat
Bahan berbutiran kasar, contohnya pasir sungai	Drainase air bagus, kapasitas menahan air buruk, nutrisi rendah, ruang udara bagus. Pasir pantai harus dicuci karena bisa mengandung kadar garam beracun yang tinggi
Bahan berbutiran halus, contohnya top soil hutan	Kapasitas menahan air yang besar, drainase buruk, kaya akan nutrisi, dan mikroorganisme. Cenderung menjadi lengket ketika basah dan keras ketika kering.
Kompos, contohnya pupuk kandang sapi	Drainase buruk, kapasitas menahan air yang besar. Kadar nutrisi yang tinggi (rasio C:N yang rendah) dan pelepasan nutrisi bertahap, lihat Box 2 pada hal. 17 untuk informasi lebih lanjut
Struktur bahan organik, contohnya kulit pohon, sekam padi, serbuk gergali, sabut kelapa, gambut.	Menggabungkan drainase yang baik dengan kapasitas menahan air. Sebagian bahan kayu dapat mengandung inhibitor pertumbuhan (tanin); dekomposisi sebagian dapat mengurangi senyawa yang merusak



Gambar 16. Komponen untuk mengisi pot/polybag
Kompos (kiri), arang sekam padi (tengah) dan tanah (kanan) (Foto: OWT, 2020)

3.2. Pengadaan Benih

Jika telah disepakati bahwa pembibitan dilakukan dengan cara membuat bibit, maka perlu dilakukan sosialisasi dalam rangka pengadaan benih. Pengadaan benih merupakan kunci penting bagi keberhasilan pembuatan bibit. Benih-benih tertentu tidak bisa tersedia setiap saat, namun harus disesuaikan dengan musim benih. Sebagai informasi di Sumatera Barat benih mahoni dan suren dapat dikumpulkan pada bulan Mei-Juni, benih nangka dan alpukat bisa dikumpul setiap saat, benih durian bisa dikumpulkan pada bulan Juni-Juli, dan manggis (Juli-Agustus). Initnya benih dapat dikumpul sesuai dengan musimnya.

3.2.1. Pengadaan Benih dari Luar

Benih dari luar dikumpulkan khususnya untuk jenis-jenis yang bukan merupakan tanaman asli setempat ataupun unggulan lokal. Pengumpulan benih dari luar dilakukan ketika ketersediaan benih di lokasi setempat tidak ada. Benih dikumpulkan dikumpulkan dari beberapa areal sumber benih yang tersebar di Jawa Barat, seperti: Carita, Cianjur, Dramaga, dan Cisarua. Selain itu juga benih diperoleh dari areal produksi benih KPH Kediri, Kebun percobaan BIOTROP, dan Megamendung-Bogor. Daftar jenis dan lokasi pengunduhan disajikan Table di bawah:

Tabel 3. Daftar Lokasi untuk Pengumpulan Materi Benih

No	Jenis	Lokasi	Lembaga/Institusi
1	<i>Swietenia macrophylla</i>	Carita (Banten Province) and Cianjur (West Java Province)	FORDA and Perhutani KPH Cianjur
2	<i>Intsia bijuga</i>	Carita (Banten Province)	FORDA
3	<i>Alstonia scholaris</i>	Carita (Banten Province)	FORDA
4	<i>Gmelina arborea</i>	Dramaga-Bogor	FORDA
5	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Dramaga-Bogor and Kediri (East Java)	FORDA and Perhutani KPH Kediri
6	<i>Entolobium cyclocarpum</i>	Dramaga-Bogor	FORDA
7	<i>Maesopsis eminii</i>	Cisarua-Bogor	PTPN VIII
8	<i>Aquilaria crassna</i> *	Tajur-Bogor	SEAMEO-BIOTROP
9	<i>Arthocarpus heterophyllus</i> *	Bogor	Bogor market
10	<i>Toona sureni</i>	Cisarua-Bogor	PTPN VIII

3.2.2. Pengadaan Benih dari Pohon Induk Desa

Agar pohon yang ditanam menghasilkan kualitas yang baik, sebaiknya benih dikumpul dari pohon induk yang telah diketahui keunggulan sifatnya, misalnya benih durian diambil dari pohon durian yang telah diketahui memiliki sifat unggul: buah manis, daging tebal, buah besar, buah banyak. Jenis-jenis tanaman unggul biasanya tersebar di desa atau beberapa desa lain, oleh sebab itu menunjuk pohon induk desa yang kelak benihnya akan digunakan untuk pembibitan merupakan langkah awal yang sangat baik ketika akan membangun Kebun Bibit Desa. Untuk beberapa benih lain seperti jenis kayu-kayuan (mahoni, suren, jati, jabon, sengon, dll.) dapat diperoleh dari Dinas Kehutanan setempat atau di Sumber-sumber benih di Jawa atau luar Jawa.



Gambar 17. Pohon Induk Desa

3.3. Penyemaian Benih

3.3.1. Perlakuan Benih sebelum Penyemaian

Beberapa benih meskipun telah ditabur di media kecambah, terkadang menunjukkan proses perkecambahan yang lama. Hal ini disebabkan oleh sifat benih yang disebut dengan *dormansi benih*, yaitu sifat yang menunjukkan suatu keadaan di mana benih-benih sehat (*viabile*) gagal berkecambah ketika berada dalam kondisi yang secara normal baik untuk perkecambahan.

Agar benih dapat segera berkecambah, maka perlu dilakukan perlakuan awal yang disebut dengan "pematahan dormansi". Pematahan dormansi tersebut dimaksudkan agar benih sehat yang awalnya sulit berkecambah menjadi cepat berkecambah dengan terlebih dahulu dilakukan perlakuan-perlakuan pendahuluan.

Setiap jenis memiliki cara khusus untuk mempercepat proses perkecambahan, antara lain dengan melakukan perendaman di dalam air baik panas maupun dingin (misalnya sengon, akasia, ekaliptus), direndam dan dijemur (jati), disangrai (jati), dengan bantuan jamur dekomposer (panggal buaya), memecahkan kulit benih (sirsak). Berikut ini adalah contoh teknik mempercepat perkecambahan benih *ortodoks*:

a. Sengon

- Rebus air hingga mendidih
- Masukkan benih sengon ke dalam wadah/bak berisi air mendidih selama 1 menit
- Buang rendaman air panas lalu rendam dengan air dingin selama 24 jam
- Taburkan benih sengon ke media kecambah dan tutup kembali dengan media tipis (\pm 1 cm) di atas benih-benih yang ditabur tersebut
- Umumnya benih akan berkecambah mulai hari ke-3 setelah penaburan

b. Jati

- Masukkan benih jati ke dalam karung, lalu diikat
- Rendam benih jati dalam karung tersebut di dalam air (kolam, bak, dll.) selama 1 hari
- Angkat rendaman benih jati lalu dijemur selama 1 hari
- Masukkan kembali benih jati yang telah dijemur ke dalam karung lalu direndam lagi dalam air selama 1 hari
- Angkat rendaman benih jati lalu keluarkan dari karung dan taburkan benih ke media kecambah dan tutup kembali dengan media tipis (\pm 1 cm) di atas benih-benih yang ditabur tersebut
- Umumnya benih akan berkecambah mulai hari ke-7 setelah penaburan

c. Sirsak

- Ambil benih sirsak dan siapkan alat catut/tang
- Secara perlahan bagian ujung benih dipecah dengan menggunakan tang sehingga kulit benih membuka
- Semai benih sirsak dengan posisi bagian yang telah dipecah di bagian bawah dan dipendamkan di media kecambah sedalam $\frac{3}{4}$ bagian
- Umumnya benih akan berkecambah setelah 1 minggu dan benih dapat disapih setelah 1 bulan.



Gambar 18. Memecah benih sirsak sebelum dikecambahkan

Beberapa jenis benih lain akan memerlukan perlakuan yang berbeda untuk mempercepat perkecambahannya. Pada prinsipnya pengecambahan adalah bagaimana proses memasukkan air ke dalam benih (embrio). Karena awal dari proses perkecambahan akan terjadi ketika air telah sampai menyentuh embrio tanaman. Oleh sebab itu kegiatan pematahan dormansi antara lain bertujuan untuk membantu proses memasukkan air ke dalam benih.

Untuk jenis-jenis yang bersifat rekalsitran seperti benih meranti, maka proses perkecambahan benihnya akan lebih mudah dan cepat jika dibandingkan dengan kelompok benih ortodok. Proses perkecambahan akan terjadi segera setelah benih masak dan disiram air dalam media semai yang lembab tanpa melalui proses perlakuan awal.

3.3.2. Penyiapan Media Kecambah

Media semai/kecambah/tabur adalah beberapa istilah yang sama yang pada intinya merupakan media yang digunakan oleh benih untuk memulai proses pertumbuhan dan perkembangannya hingga terjadi proses perkecambahan benih yang ditandai oleh keluarnya akar dan bagian vegetatif tanaman lainnya. Akar yang keluar sebagai hasil proses perkecambahan selanjutnya akan memulai menyerap air dan hara yang digunakan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan hingga menjadi tanaman dewasa.

Prinsip media kecambah adalah memberikan lingkungan yang sesuai untuk terjadinya perkecambahan benih, untuk itu media kecambah harus bersifat: (1) porous, sehingga memudahkan semai untuk disapuh dan meminimalkan kerusakan akar saat penyapihan, (2) selalu lembab, (3) tidak tergenang air, dan (4) tidak kering, (5) steril dari kemungkinan penyakit. Beberapa contoh komposisi media kecambah disajikan sebagai berikut:

1. Campuran tanah: pupuk kandang: arang sekam (2 : 1 : 1), misalnya : balsa, jati, mahoni, matoa, ekaliptus, rotan, saga, sempur, tanjung, panggah buaya, pulai, sengon, kayu afrika, duabanga, dll.
2. Campuran pasir: tanah (1 : 2), misalnya cemara laut
3. Campuran kompos kasting: arang sekam (1 : 2), misalnya : sengon, ekaliptus, akasia.
4. Campuran tanah: kompos (1 : 1), misalnya kecap
5. Campuran media steril dari pasir: serbuk sabut kelapa: serbuk gergaji (1:1:1), misalnya pala
6. Media pasir steril, misalnya: cendana
7. Campuran tanah: kompos: pasir (1 : 1 : 1), misalnya *Rhizophora* sp.
8. Tanah liat, khususnya untuk *Rhizophora* sp (baik digunakan jika transportasi bibit memerlukan jarak jauh yang memungkinkan bibit stres dalam perjalanan)
9. Campuran serbuk gergaji: pasir (1 : 1), misalnya khaya
10. Campuran arang sekam: pasir halus (1 : 1), misalnya jabon.

3.3.3. Teknik Penyemaian Benih

Tahapan penyemaian benih antara lain dilakukan sebagai berikut :

- Siapkan media semai kemudian masukkan ke dalam bak tabur, bak kecambah plastik, atau bak kecambah papan kayu
- Basahkan media dengan air, tetapi tidak sampai becek
- Untuk benih kecil dan halus, penyemaian dilakukan dengan cara menabur benih secara merata pada media kecambah, kemudian benih yang telah ditabur ditutup media secara tipis
- Untuk benih ukuran sedang, maka penyemaian dilakukan dengan cara menanam benih hingga kedalaman $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ bagian benih. Bagian yang dipendam adalah bagian tempat keluarnya akar. Jika

posisi ini terbalik, maka saat akar keluar tidak mengenai media kecambah sehingga bisa menyebabkan semai mati akibat akar tidak menyerap air dari media.

- Selanjutnya media semai dijaga kelembabannya. Agar proses perkecambahan tetap dapat berjalan dengan baik, maka pemberian air pada media kecambah jangan sampai menyebabkan kondisi media becek, namun hanya sebatas untuk melembabkan kondisi lingkungan media. Media yang becek akan menyebabkan pembusukan benih, sebaliknya media yang kering akan mematikan benih yang telah berkecambah karena kekurangan air.

3.4. Penyapihan

3.4.1. Penyiapan Media Sapih

Komposisi media tumbuh bibit akan ikut menentukan bagaimana bibit tumbuh, karena berhubungan dengan kesesuaian media dan ketersediaan unsur hara yang dikandung dalam media tersebut untuk pertumbuhan tanaman. Umumnya media tumbuh bibit merupakan kombinasi antara tanah, kompos, dan pasir. Namun demikian terdapat jenis-jenis bahan lain yang dapat digunakan sebagai campuran media tumbuh, antara lain: serbuk gergaji, arang sekam, arang kayu, dll.

Pemberian tanah dalam media tumbuh tanaman di samping berfungsi sebagai penyedia hara juga berperan sebagai pengikat air, pemberian kompos dimaksudkan sebagai media pemasok nutrisi bagi pertumbuhan tanaman, sedangkan pasir untuk meningkatkan porositas media.

Contoh komposisi media sapih disajikan sebagai berikut:

- Campuran tanah : pupuk kandang kotoran sapi = 3 : 1, misal untuk ekaliptus dan meranti
- Tanah liat, misalnya untuk *Rhizopora* sp, khususnya untuk angkutan jarak jauh sehingga kekompakan media tetap terjaga. Jika persemaian dekat, maka dapat digunakan media campuran lumpur : pasir = 2 : 1
- Campuran pasir : tanah : kompos daun = 7 : 2 : 1, misalnya untuk cempaka, kayu afrika, kepuh, suren, balsa, sungkai, tanjung, jati, gmelina, kemlandingan, kesambi, mindi, sengon
- Campuran tanah : kompos = 3 : 1 dan penanaman inang pada media tumbuh dengan jenis cabe besar, bayam merah, dll., misalnya untuk tanaman cendana
- Campuran tanah : pupuk kandang atau kompos = 1 : 1, misalnya nyatoh. durian
- Campuran tanah : pasir : pupuk kandang = 1 : 1 : 1, misalnya untuk panggah buaya
- Campuran tanah : sekam padi atau tanah : kompos = 3 : 1, misalnya untuk sentang
- Campuran tanah : pasir : kompos = 1 : 1 : 1, misalnya untuk duabanga
- Campuran tanah : pupuk kandang = 2 : 1, misalnya pala
- Campuran tanah : pasir = 1 : 1, misalnya rotan manau
- Campuran tanah : pasir = 3 : 1, misalnya kemenyan
- Campuran tanah : pasir = 2 : 1, misalnya kemiri
- Campuran tanah : TSP : pupuk kandang = 8 : 1,5 gram : 1, misalnya untuk sengon buto

Dari berbagai komposisi tersebut di atas, sebagai standar komposisi media sapih dapat digunakan campuran tanah : pupuk kandang/bokashi : arang sekam = 1 : 1 : 1

3.4.2. Teknik Penyapihan

Penyapihan adalah proses memindahkan semai dari bak tabur/kecambah ke dalam media saph di dalam *polybag*. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam kegiatan penyapihan semai adalah meminimalkan tingkat kerusakan akibat proses penyapihan. Kerusakan antara lain dapat disebabkan oleh: kerusakan akar atau kerusakan batang. Secara sederhana teknik penyapihan semai disajikan sebagai berikut:

- Siapkan media tumbuh bibit dalam *polybag* ukuran dengan komposisi media tertentu untuk penyapihan semai
- Basahi media tumbuh bibit dengan air hingga jenuh
- Siapkan semai dalam bak kecambah/media perkecambahan lain yang akan disapih ke media tumbuh bibit
- Pilih semai yang siap saph, antara lain telah memiliki sepasang daun
- Basahi media kecambah hingga jenuh hingga memudahkan dalam mencabut semai sehingga kerusakan akar dapat dikurangi
- Siapkan wadah berisi air untuk menampung cabutan semai dari media kecambah
- Secara perlahan cabut semai dari media kecambah dan masukkan ke dalam wadah berisi air sehingga mengurangi penguapan semai.
- Buat lubang pada media tumbuh bibit dalam *polybag*
- Pindahkan secara perlahan semai ke media tumbuh bibit yang telah disiapkan
- Tutup kembali atau tekan media secara perlahan sehingga semai dapat berdiri dengan kokoh
- Tempatkan hasil semai yang telah disapih di bawah naungan paranet hingga siap dipindahkann untuk adaptasi di tempat terbuka (khususnya untuk jenis yang tidak perlu naungan)
- Geser bibit jika akar akan menembus tanah (lakukan 2 minggu sekali) hingga bibit siap tanam

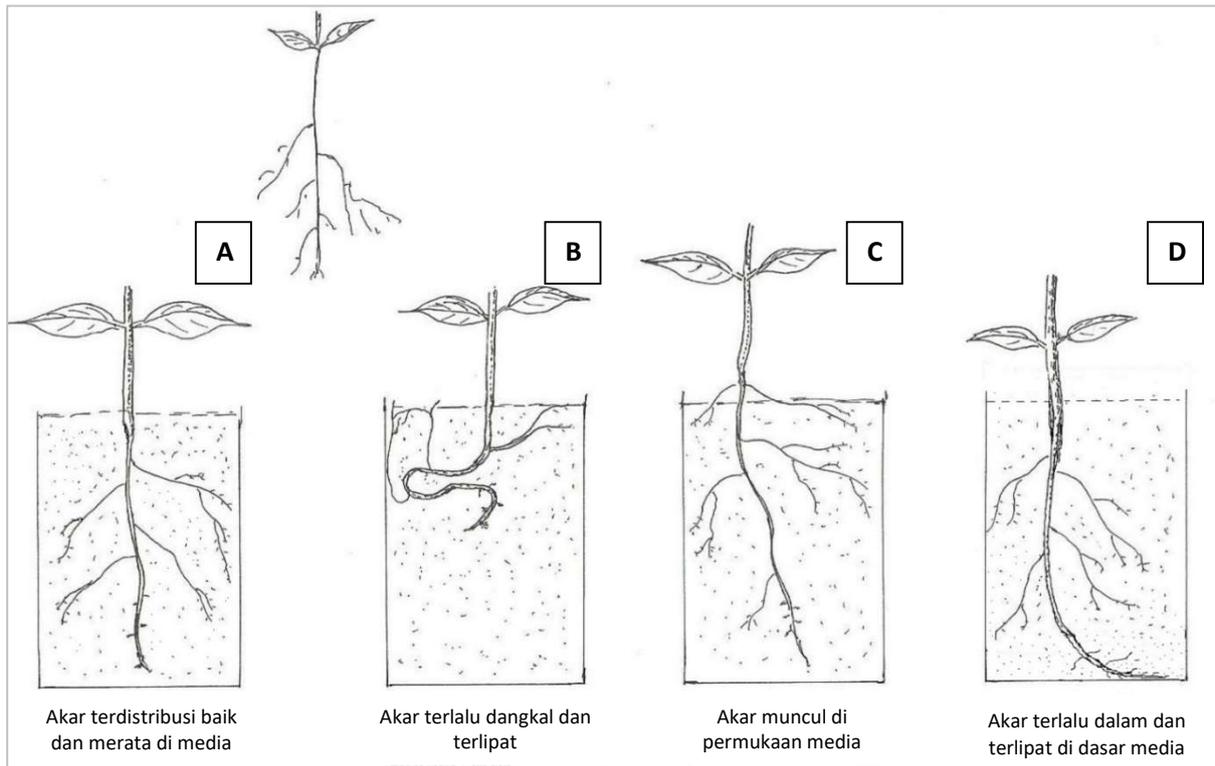


Gambar 19. Semai siap saph: (dari kiri ke kanan: mahoni, medang, suren, kayu afrika) (Foto: OWT, 2011)

Menanam bibit kedalam *polypot* dilakukan ketika bibit dipindahkan dari bedeng tabur, ketika bibit dipindahkan ke pot yang lebih besar, atau jika lingkungan akar berubah secara drastis karena dekomposisi bahan organik. Perhatian utama ketika penanaman adalah menjamin akar terdistribusi dengan baik di dalam pot, dan kedalaman penanaman sehingga permukaan tanah sama dengan permukaan leher akar, yaitu peralihan antara akar dan batang. Bibit yang kecil dari bedeng tabur dapat ditanam kedalam pot yang telah terisi pada lubang kecil yang dibuat dengan tongkat tanam. Setelah memasukkan tanaman, tanah dengan hati-hati didorong ke bawah di sekitar akar. Tanaman yang lebih

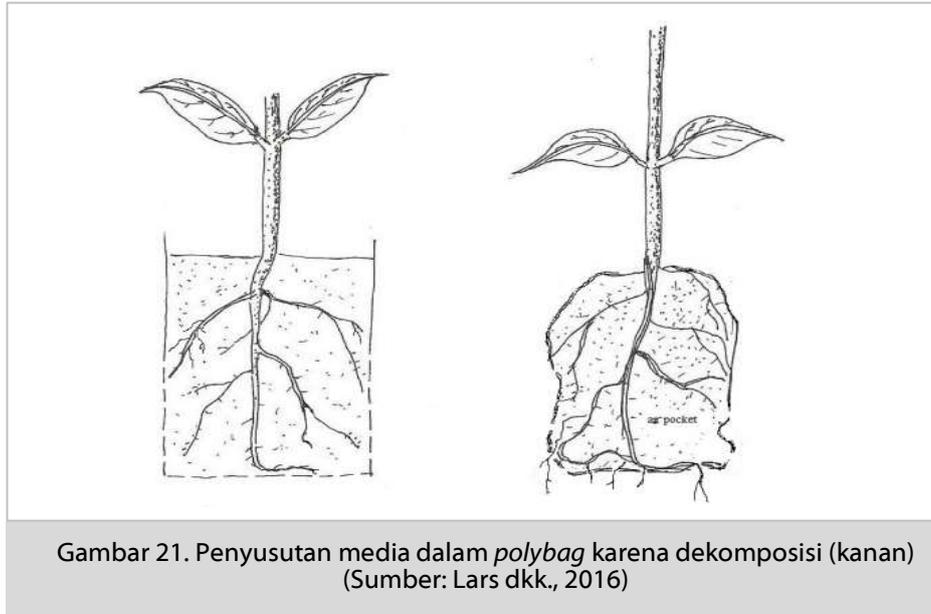
besar sulit dipindahkan kedalam pot yang telah terisi tanpa mengganggu akar. Paling mudah adalah dengan mengisi pot hanya setengahnya, selanjutnya masukkan bibit dan setelahnya mengisi pot dengan tanah persemaian, kembali dorong tanah dengan hati-hati ke sekitar akar.

Gambar di bawah memperlihatkan contoh posisi penyapihan/penanaman semai yang benar dan salah: Penanaman semai yang benar (A). Adapun Gambar B, C, D adalah tiga contoh pemindahan bibit yang sembarangan, yang disebabkan oleh: akar tidak cukup tertutup oleh tanah dan akar tunggang tergulung (B), yang memberikan kontak dengan tanah yang buruk. Sisi dari tanaman terlalu dangkal dan mengekspos akar bagian atas terhadap pengeringan udara dan tanpa kontak dengan tanah (C). Tanaman ditanam terlalu dalam dan sebagian batang tertutup oleh tanah (D), hal tersebut meningkatkan risiko serangan jamur (damping off/rebah patah).



Gambar 20. Posisi penyapihan/penanaman semai yang benar (A) dan salah (B, C, D)
(Sumber: Lars dkk., 2016)

Masalah pada dekomposisi tanah persemaian. Jika bibit dipelihara untuk waktu yang lama di persemaian dan tanah persemaiannya mempunyai banyak komponen bahan organik yang dapat terdekomposisi (kompos), bahan organik tersebut dapat menghilang dan menyisakan sedikit isi tanah pot dalam bentuk tanah mineral. Karena volume tanah menyusut, pinggiran dari pot terkadang jatuh, dan membuat pembatas untuk air. Untuk mencegah degradasi bahan organik yang cepat dan selanjutnya pengurangan volume tanah pot, bahan organik yang menyusut lambat seperti sekam atau serbuk gergaji dapat digunakan. Kalau tidak bibit perlu ditanam kembali kedalam campuran isian pot yang baru.



3.5. Pemeliharaan Bibit

Beberapa kegiatan utama dalam pemeliharaan bibit di persemaian adalah sebagai berikut:

- Lakukan penyiraman secara rutin pagi (jam 8) dan sore hari (jam 4), khususnya jika tidak hujan
- Bibit dipelihara hingga siap tanam (sekitar 4-5 bulan untuk jenis mahoni, suren, nangka, durian, 6 bulan untuk jenis manggis, pala, dll.)
- Setiap 2 – 4 minggu lakukan penggeseran posisi bibit di bedeng saph agar akar tidak terlalu dalam menembus tanah karena dapat menyebabkan kelayuan hingga kematian bibit saat bibit diangkat dari persemaian ke lokasi penanaman
- Lakukan pencegahan jika terjadi tanda-tanda serangan penyakit atau hama tanaman dengan menggunakan pestisida, sangat disarankan menggunakan jenis pestisida organik.

Kebutuhan air untuk bibit dalam persemaian

Penyiraman bibit pada persemaian harus menggantikan kehilangan air akibat evaporasi dan pertumbuhan tanaman. Tanaman yang besar mengkonsumsi air lebih banyak dibanding tanaman kecil, tanaman yang tumbuh cepat mengkonsumsi air lebih banyak dibanding tanaman yang tumbuh lambat atau tanaman dorman, dan tanaman yang tumbuh di bawah matahari mengkonsumsi air lebih banyak dibanding tanaman yang tumbuh di bawah naungan. Volume daun dapat juga mempengaruhi kebutuhan penyiraman karena air biasanya diaplikasikan melalui penyemprotan, dan air biasanya hanya mencapai tanah setelah daun telah dibasahi. Oleh karena itu, daun yang besar cenderung menahan air dibanding daun yang kecil. Penyiraman berlebih tidak harus berakibat fatal sepanjang kelebihan air dapat dikeluarkan secara efektif. Namun, jika drainase terhambat, penyiraman berlebih cenderung mematikan akar karena respirasi yang terbatas. Pembasahan permanen pada tanah dengan sebagian besar tanah liat juga cenderung menyebabkan berbagai perubahan pada tanah. Jika tanaman menderita karena kelebihan air, polypot harus dibiarkan mengering sebagian, karena hal ini akan menciptakan kembali keseimbangan air-udara di dalam tanah.

3.6. Ukuran bibit di persemaian

Ukuran standar tinggi dari bibit pohon hutan di persemaian adalah sekitar 35-50 cm. Ukuran tersebut telah terbukti sangat sesuai untuk sebagian besar penanaman spesies yang ditanam pada lahan tandus, lahan yang dibersihkan, contohnya setelah tebang habis. Untuk bibit setinggi 35-50 cm, volume akar yang kecil sudah sesuai, contohnya polypot berdiameter 8 cm dan tinggi 15 cm (mengandung sekitar $\frac{3}{4}$ liter tanah, lihat tabel 1). Ukuran tersebut cocok untuk pengangkutan dan penanaman. Namun, 35-50 cm bukanlah sebuah aturan umum. Jika tanaman ditanam di antara kompetisi gulma yang kuat, ukuran yang lebih besar akan membantu mereka berkompetisi dan bertahan. Setidaknya bagian pucuk harus di atas ketinggian gulma tanah seperti rumput, paku dan herba. Pohon buah untuk sambung (grafting) harus mempunyai ukuran relatif besar yang cocok sebagai entres (*scion*), dan kebanyakan petani menyukai pohon buah berukuran lebih besar karena mereka menginginkan pengembalian yang cepat dalam hal buah. Pohon buah seringkali dipelihara sampai mereka setinggi >1-1½ meter.

Rasio pucuk-akar (Nisbah Pucuk Akar)

Ukuran akar harus seimbang dengan ukuran pucuk. Bibit yang mempunyai bagian atas sangat kuat dan volume akar yang kecil dapat mempunyai masalah bertahan di lapangan. Kenapa? Karena air yang hilang dari daun dan batang harus diganti dengan air yang diserap oleh dan diangkut dari tanah. Pada persemaian, akar tanaman mempunyai pertumbuhan yang terbatas, terutama mereka yang tumbuh di *polybag*. Namun di persemaian kita dapat mengganti evaporasi dengan penyiraman. Di lapangan air harus diserap dari tanah. Ketika ditanam di lapangan, *polybag* dibuang dan akar memulai untuk menjajah tanah di sekitar lubang tanam. Setelah beberapa waktu akan terjadi keseimbangan antara perkembangan akar dan perkembangan bagian atas. Tapi hal itu memerlukan waktu sebelum akar dapat menembus tanah di sekitarnya. Tanaman yang memiliki bagian pucuk lebih besar daripada bagian akar, maka kehilangan air dari bagian pucuk cenderung lebih cepat dibanding akar yang menggantinya melalui penyerapan air. Masalah diperparah jika lokasi penanamannya kering (Sumber: Lars dkk., 2016).



Gambar 22. Perakaran bibit keluar dari *polybag*

Masalah rasio pucuk akar juga berhubungan dengan 'membawa lebih' bibit, yaitu bibit yang dengan berbagai alasan tidak ditanam pada musim saat ini. Pada prakteknya musim penanaman di Harapan berakhir pada Maret, dan penanaman dapat dimulai pada November. Oleh karena itu bibit yang gagal ditanam harus dijaga, dipelihara dan lebih baik dengan minimum pertumbuhan sekitar 7 bulan. Pada dasarnya terdapat dua hal yang dapat dilakukan:

1. Mengurangi (memangkas) bagian atas. Toleransi terhadap pemangkasan bervariasi. Jika tidak mempunyai pengalaman tentang spesies tertentu, aturan sederhananya katakanlah maksimal ½ dari bagian atas (pucuk) harus dipangkas.
2. Menanam kembali bibit kedalam polypot yang lebih besar yang memungkinkan bibit untuk mengembangkan sistem akar yang lebih luas

Ukuran polybag/polypot

Polypot dengan tinggi 10 cm dan diameter 6 cm adalah ukuran 'standar' yang baik untuk bibit berukuran standard. Bibit yang lebih besar juga memerlukan dukungan akar dan dengan demikian diperlukan polypot yang lebih besar.

Tabel 4. Panduan berikut tentang polypot (ukuran volume akar) dapat digunakan (Sumber: Lars dkk., 2016)

Ukuran polypot diameter x tinggi	Volume tanah / akar setara diameter	Rekomendasi ukuran bibit (tinggi)	Keterangan
8 cm x 14 cm	700 cm ³ (0.7 l)	30-40 cm	Ukuran pot yang paling umum digunakan untuk bibit 'standar'
6 cm x 10 cm	275 cm ³ (0.28 l)	15-25 cm	Sering digunakan untuk bibit kecil atau untuk penyemaian langsung dalam polypot
12 cm x 18 cm	2250 cm ³ (2,25 l)	40-70 cm	Digunakan untuk bibit lebih besar yang akan ditanam di lapangan di bawah kompetisi gulma atau untuk pohon buah

Bibit tumbuh melampaui

Bibit pada polytube atau polypot mempunyai perkembangan akar yang terbatas, dibatasi oleh pembatas tabung. Ketika akar tumbuh dalam volume yang terbatas, mereka cenderung untuk mengeriting dan ketika terdapat bukaan, mereka akan mencoba untuk tumbuh keluar, contohnya melalui bukaan drainase dalam polypot atau bukaan bawah pada polytube. Jika mereka dibiarkan, akar tersebut akan menjangkarkan mereka sendiri pada tanah persemaian, menjadi akar dominan. Ketika membuang akar tersebut dari bedeng tabur, mereka harus dipotong atau digali yang pasti menyebabkan stres pada tanaman. Perkembangan akar di luar bagian pot atau tube oleh karenanya harus dihindari. Pemindahan tanaman secara teratur dan pemangkasan akar akan membatasi perkembangannya.



Gambar 23. Memperlihatkan bibit dengan rasio pucuk akar yang tinggi (Sumber: Lars dkk., 2016)

Variasi spesies

Sebagian spesies memerlukan cahaya; spesies lainnya akan mati di bawah kondisi cahaya yang sama. Sebagian spesies memerlukan pengeringan yang teratur sedangkan yang lain menuntut tingginya air. Tanaman hutan hujan seringkali terbagi menjadi tanaman pionir dan tanaman klimaks. Tanaman pionir biasanya spesies yang menempati area terbuka; mereka mempunyai benih yang kecil dan jarak penyebaran yang jauh dan memerlukan cahaya ketika muda. Spesies klimaks adalah spesies yang tumbuh di bawah tajuk pohon rindang; mereka mempunyai benih yang besar, toleran terhadap naungan dan terkadang memerlukan adanya naungan. Beberapa karakteristik dari perilakunya yang berhubungan dengan praktek persemaian disajikan di bawah ini.

Tabel. 5. Beberapa karakteristik spesies hutan pionir dan klimaks (Sumber: Lars dkk., 2016):

	Spesies pionir	Spesies Klimaks
Cahaya	Memerlukan adanya cahaya pada semua tahap	Toleran naungan dan seringkali memerlukan naungan ketika muda
Laju pertumbuhan	Pertumbuhan cepat dan terus-menerus jika disediakan air dan nutrisi yang memadai	Seringkali diawali dengan pertumbuhan cepat diikuti dengan periode pertumbuhan terbatas
Tanah	Seringnya dapat beradaptasi terhadap kondisi tanah yang stres	Seringnya membutuhkan tanah yang kaya nutrisi
Contoh spesies dari Harapan	<i>Macaranga</i> spp., <i>Syzygium</i> spp,	<i>Artocarpus</i> spp., <i>Lithocarpus</i> spp., <i>Dipterocarpus</i> (<i>Shorea</i> , <i>Hopea</i> , <i>Anisoptera</i> , <i>Vatica</i> , <i>Dipterocarpus</i>), <i>Horsfieldia</i> .

3.7. Seleksi Bibit Sebelum Penanaman

Untuk meningkatkan keberhasilan tanaman, maka sebelum penanaman perlu dilakukan seleksi bibit. Bibit yang layak ditanam harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- Pangkal batang telah berkayu dan memenuhi tinggi minimal 30 cm
- Bibit sehat dan seragam
- Media perakaran kompak, artinya jika *polybag* dilepas maka media tanaman tidak hancur/lepas tetapi tetap kompak. Media yang hancur akan menyebabkan banyak akar putus sehingga dapat menyebabkan kematian saat ditanam di lapangan
- Batang bibit lurus dan tidak bercabang
- Bagian pucuk bibit tidak patah atau mati, karena akan menyebabkan banyak tumbuh trubusan
- Bibit tidak sedang memiliki daun muda karena jika ditanam umumnya akan layu dan mati, hal ini dapat menyebabkan tumbuhnya trubusan.



Gambar 24. Proses seleksi bibit

Pengerasan dan menyiapkan tanaman untuk ditanam di lapangan

Di dalam persemaian kami merawat tanaman untuk memberikan kondisi permulaan bibit yang baik. Kami menyediakan air, nutrisi dan naungan optimal untuk bibit yang memberikan mereka kondisi pertumbuhan optimal. Di lapangan mereka akan sering menghadapi bahaya lingkungan yang tidak bersahabat/stres – terkadang terpapar suhu yang tinggi, stres air dan kompetisi dengan vegetasi lain. Pengerasan (*Hardening off*) merupakan proses ‘penyapihan’ di mana tanaman secara bertahap terpapar lingkungan yang lebih stres.

Kebutuhan untuk dan cara melakukan *hardening* tergantung dari spesies dan lingkungan penanaman. Praktik yang sering dilakukan adalah untuk menegarkan tanaman dengan cara mengurangi naungan dan mengurangi penyiraman. Praktek ini telah diadopsi dalam kegiatan penanaman kehutanan di mana

tanaman biasanya dibesarkan di bawah naungan dan ditanam di lingkungan terbuka. Namun sebaliknya, jika tanaman akan ditanam di bawah kondisi ternaungi, proses *hardening* pada tempat terbuka mungkin lebih merugikan daripada memberikan manfaat pada tanaman. Pengurangan penyiraman justru akan memaksakan perlakuan stres yang sebenarnya tidak diperlukan oleh tanaman yang akan ditanam pada kondisi lingkungan sangat lembab. Oleh karena itu, hanya tanaman pionir atau spesies lain yang akan dipindahkan ke lingkungan terbuka yang harus diberikan perlakuan *hardening* di bawah kondisi tempat terbuka (tidak ternaungi).

3.8 . Waktu Pelaksanaan Pembibitan

Kegiatan pembibitan yang meliputi pembangunan persemaian dan proses pembibitan dapat dimulai 5-6 bulan sebelum pelaksanaan penanaman, khususnya untuk jenis-jenis tanaman yang siap tanam pada umur 5-6 bulan tersebut. Jika penanaman dilaksanakan pada bulan Desember, maka pembibitan sebaiknya sudah dimulai sejak bulan Mei.

Tabel 6. Contoh tata waktu pelaksanaan pembibitan:

No	Kegiatan	Bulan ke-						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Pengadaan benih	X						
2	Pengadaan bahan dan alat persemaian	X						
3	Pembangunan sarana & prasarana persemaian	X						
4	Penyemaian benih	X	X					
5	Penyapihan semai ke media di <i>polybag</i>		X	X				
6	Pemeliharaan bibit di persemaian			X	X	X	X	X
7	Seleksi bibit sebelum penanaman							X

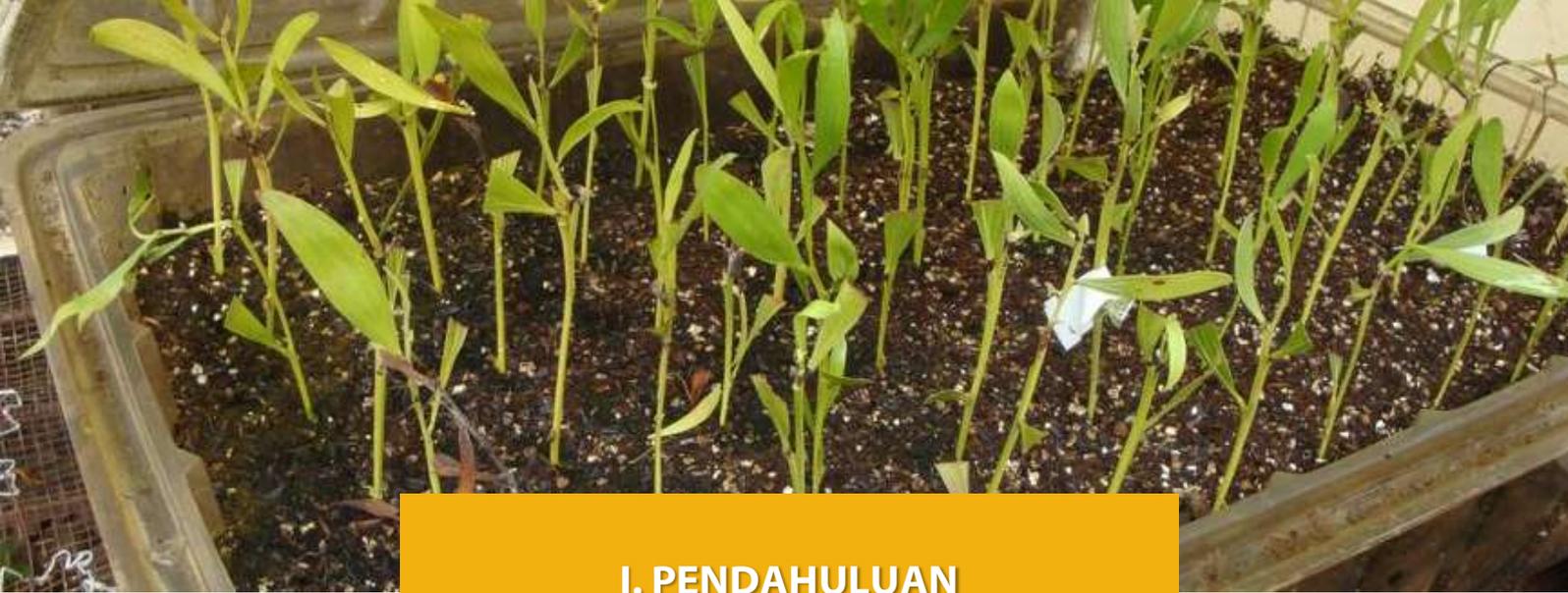
DAFTAR PUSTAKA

- Anwar.C. dan E. Subiandono. 1996. *Pedoman Teknis Penanaman Mangrove*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.
- Balai Litbang Teknologi Perbenihan. 2002. *Atlas Benih Tanaman Hutan Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan.
- Du-Hyun Kim. 2009. *Forest Seed Storage Technology*. Paper of Training on Forest Tree Seed Management and Development. Korea Forest Research Institute
- Kusmana.C., Sri.W., Iwan.H., Prijanto.P., Cahya.P., Tatang.T., Adi.T., Yunasfi dan Hamzah., 2003. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Primavera, J.H. *et al.*, 2004. *Handbook of Mangroves in Philippines-Panay*. Southeast Asian Fisheries Development Center Aquaculture Department UNESCO Man and the Biosphere.
- Panjiwibowo C, Soejachmoen MH, Tanujaya O, Rusmantoro W. 2003. *Mencari pohon uang: CDM kehutanan di Indonesia*. Jakarta: Yayasan Pelangi.
- Permenhut No. P.70/Menhut-II/2008 tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Direktorat jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan.
- Schmidt Lars, Djoko Prasetyonohadi, Heri Kuswanto. 2016. *Pedoman Persemaian: Sebuah Panduan Menuju Bibit yang Sehat*. Bahan Pelatihan Forest Restoration and Climate Change kerjasama PT Restorasi Ekosistem Indonesia, Burung Indonesia, dan Copenhagen University.
- Schmidt, Lars. 2000. *Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Sub Tropis*. Danida Forest Seed Center. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan.
- Schmidt, Lars; Djoko Prasetyonohadi; Heri Kuswanto. 2016. *Pedoman Persemaian: Sebuah Panduan Menuju Bibit yang Sehat*.
- Sub Teknik Konservasi Tanah. Direktorat Rehabilitasi dan Konservasi Tanah. 1999. *Informasi Teknik Rehabilitasi dan Konservasi Tanah*. Pusat Penyuluhan Kehutanan dan Perkebunan, Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta.
- Supriyanto. 1996. *Penggunaan Inokulum Kelereng Alginat dalam Uji Efektifitas pada Semai Beberapa Jenis Dipterocarpaceae*. Laporan DIP 1995/ 1996. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.
- Supriyanto. 1997. *Pengenalan Silvikultur Tanaman Hutan dan Teknik Pembibitan Tanaman Hutan*. Makalah Pelatihan Manajemen Perbenihan dan Persemaian Tahun 1997 Tingkat Asper/ KBKPH dan Sederajat. Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Cianjur.
- Supriyanto and Ujang S. Irawan. 1997. *Inoculation Techniques of Ectomycorrhizae*. Seminar of Mycorrhizae, Ministry of Forestry – Overseas Development Administration/ United Kingdom, 28 – 29 February 1997, Balikpapan, East Kalimantan.



II

Teknik Pembibitan Vegetatif



I. PENDAHULUAN

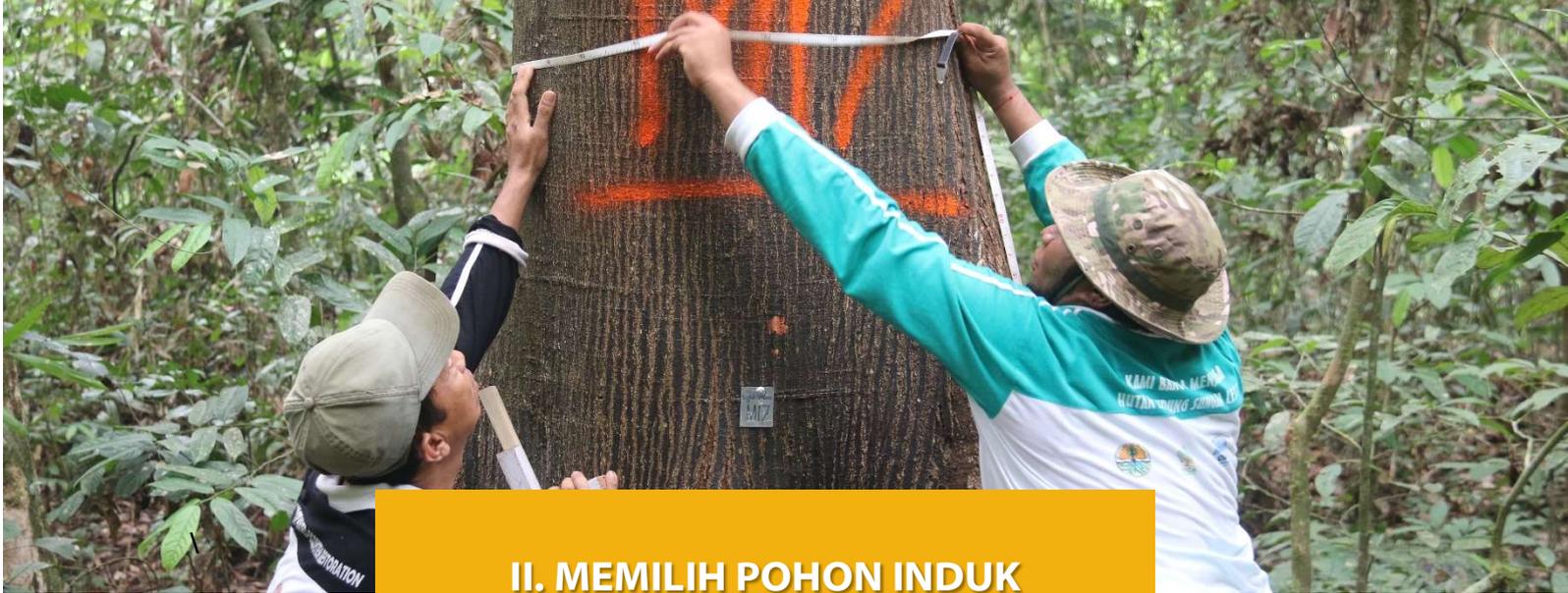
1.1. Latar belakang

Telah diketahui bahwa benih suatu pohon merupakan hasil penyerbukan dari pohon-pohon lain sejenis yang berada di sekitarnya, sehingga keturunan yang akan diperoleh tersebut kecil peluangnya untuk memiliki sifat yang sama dengan sifat induknya. Jika pohon-pohon di sekitar merupakan pohon berkualitas baik, maka peluang menghasilkan keturunan yang baik bisa muncul, namun juga sebaliknya jika pohon di sekitar adalah pohon-pohon jelek, maka peluang keturunan yang bersifat jelek juga bisa muncul. Oleh sebab itu pembuatan bibit dari benih memiliki kelemahan dalam hal mengontrol penyerbukan dari pohon lain.

Agar diperoleh keturunan yang mirip dengan pohon induk, maka perlu dilakukan pembibitan secara vegetatif. Di samping itu, karena pembiakan vegetatif pada dasarnya membuat tanaman yang memiliki umur sama dengan pohon induknya, maka tanaman yang dibuat juga akan dapat menghasilkan produksi (misalnya buah) dalam jangka waktu yang lebih cepat. Beberapa teknik pembibitan vegetatif yang telah dikenal luas antara lain : stek, okulasi, sambung, dan cangkok.

1.2. Tujuan

Pembuatan modul ini bertujuan untuk memberikan petunjuk beberapa teknik pembibitan secara vegetatif.



II. MEMILIH POHON INDUK

Untuk membuat bibit, tentu diperlukan pohon sebagai sumber penghasil bahan pembibitan, yaitu berupa benih atau bahan vegetatif. Mengingat pohon hasil pembibitan dari benih tidak dapat menjamin kualitas seperti induknya dan memerlukan waktu yang cukup lama dalam memproduksi buah, maka perlu dipilih pembibitan secara vegetatif.

Membibitkan tanaman secara vegetatif akan sangat terkait dengan pohon induk yang dipilih karena sifat yang ditunjukkan oleh pohon induk itulah yang kelak akan diturunkan pada tanaman hasil pembibitan secara vegetatif. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa, jika pohon induk memiliki sifat unggul, maka keturunan hasil pembibitan vegetatif memiliki peluang yang unggul pula. Demikian juga jika pohon induk yang kita pilih tidak menghasilkan buah, maka pembiakan vegetatif juga akan menghasilkan keturunan yang tidak mampu berbuah. Namun hal yang berbeda terjadi jika pembibitan dilakukan dari benih (generatif) di mana keturunan yang dihasilkan tidak dapat dijamin mirip dengan induknya. Oleh sebab itu harus hati-hati dalam menetapkan sebuah pohon untuk dijadikan sebagai pohon induk.

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pohon induk adalah pohon yang karena keunggulan sifat yang dimilikinya ditetapkan sebagai pohon untuk menghasilkan benih atau bahan vegetatif (akar, batang, ranting, tunas, dll.) yang digunakan untuk memproduksi bibit tanaman baru.

Terkait dengan pemilihan pohon induk, maka pada dasarnya kita dapat membedakan dua kelompok pohon induk yaitu : (1) Pohon induk sebagai penghasil kayu berkualitas dan (2) Pohon induk penghasil non-kayu berkualitas. Teknik seleksi kedua kelompok pohon induk tersebut tentu memiliki kriteria yang berbeda.

A. Seleksi Pohon Induk Penghasil Kayu Berkualitas

Seleksi pohon induk penghasil kayu berkualitas dilakukan pada pohon kelompok kayu-kayuan seperti mahoni, suren, jati, sengon, dll. Seleksi dapat dilakukan pada jenis pohon yang tumbuh di hutan alam maupun hutan tanaman. Pohon yang memiliki penampilan/karakter yang terbaik di antara sekumpulan pohon sejenis di sekitarnya dapat ditetapkan sebagai pohon induk. Pohon induk berikutnya dapat ditetapkan dengan jarak antar pohon induk minimal 100 m.

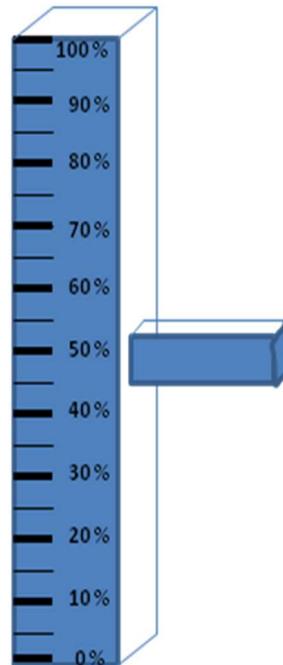
Untuk pohon penghasil kayu, maka kriteria penilaian pohon mengarah pada kualitas (kesehatan pohon, cacat) dan kuantitas (volume) kayu yang akan dihasilkan. Pohon yang memiliki kualitas dan kuantitas kayu terbaik dapat dipilih sebagai pohon induk. Pohon induk dapat ditetapkan berdasarkan beberapa karakter, antara lain: tinggi bebas cabang, tinggi kelurusan batang, tinggi cabang permanen, kesilindrisan batang, cacat pada permukaan batang, dan kesehatan batang. Secara ringkas penilaian pohon induk kayu-kayuan disajikan sebagai berikut :

Tabel 7. Contoh Penilaian Pohon

Karakter	Nilai	Sistem Penilaian			
Tinggi Batang Bebas Cabang	30	<35 %	= 2	51 – 55 %	= 18
		35 - 40 %	= 6	56 – 60 %	= 22
		41 - 45 %	= 10	61 – 65 %	= 26
		46 - 50%	= 14	> 66 %	= 30
Tinggi Kelurusan Batang	20	Lurus dari bawah sampai ujung	= 20		
		Batang lurus 80 % dari tinggi total	= 16		
		Batang lurus 60 % dari tinggi total	= 12		
		Batang lurus 50 % dari tinggi total	= 8		
		Batang lurus 40 % dari tinggi total	= 4		
		Batang lurus < 30 % dari tinggi total	= 1		
Tinggi ke cabang Permanen	20	> 76 % tinggi pohon	= 20		
		71 - 75 % tinggi pohon	= 16		
		66 - 70 % tinggi pohon	= 12		
		61 - 65 % tinggi pohon	= 8		
		56 - 60 % tinggi pohon	= 4		
		< 56 % tinggi pohon	= 1		
Cacat pada Permukaan Batang	10	• Permukaan batang rata, tidak ada gejala bekas percabangan	= 10		
		• Permukaan batang agak rata frekuensi knob cukup tinggi (5-10 knob/m)	= 5		
		• Permukaan batang kasar, penuh benjolan (> 10 knob/m)	= 0		
Kesilindrisan Cabang	10	• Batang silindris	= 10		
		• batang silindris, terdapat gejala belimbing < 5 % diameter	= 7		
		• batang agak silindris, terdapat gejala belimbing 5 - 10 % diameter	= 4		
		• batang tidak silindris, berbentuk belimbing 10 - 20 % diameter	= 2		
		• Tidak silindris, belimbing >25 %	= 0		
Cacat Lain	10	Batang mulus dan tidak ada bekas serangan hama dan penyakit	= 10		
		Kelihatan bekas cacat	= 0		
Total	100				

Jika dalam penilaian pohon induk terdapat salah satu karakter uji bernilai 0, maka kandidat tersebut harus dibatalkan. Cabang permanen: cabang dengan ukuran 1/20 diameter batang utama dan berada setelah tinggi bebas cabang, ukuran diameter tersebut sudah menyebabkan terbentuknya mata kayu. Pohon yang akan ditetapkan sebagai pohon induk harus telah diketahui sebagai pohon yang telah berbuah

Untuk membantu penilaian pada karakter tinggi bebas cabang, kelurusan batang, dan tinggi cabang permanen, maka dapat dibantu dengan menggunakan alat ukur sederhana berupa stik yang terbuat dari reng kayu yang telah diberi skala dari 0% hingga 100%. Panjang stik dapat dibuat 10 cm, 20 cm, 30 cm, atau 40 cm, hal ini disesuaikan dengan jauh dekatnya posisi pohon dari tempat kita, semakin jauh posisi pohon yang akan kita ukur, maka kita dapat menggunakan alat ukur berukuran pendek, demikian juga sebaliknya. Alat ini selain dapat berfungsi sebagai alat ukur persentase tinggi, juga dapat digunakan untuk menduga tinggi pohon. Cara penggunaan alat adalah sebagai berikut :

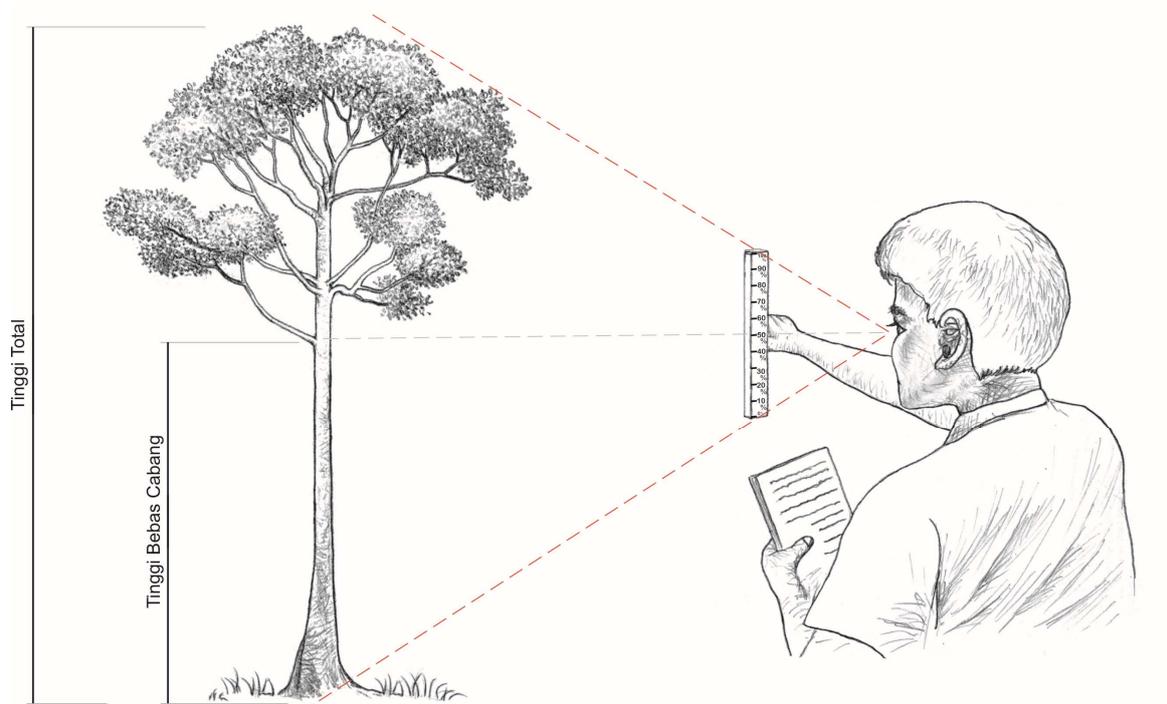


Gambar 25. Alat ukur persentase kelurusan dan tinggi pohon

Menduga persentase tinggi

- Tatapkan pohon yang akan diukur
- Ambil alat ukur, lalu dengan menjauh atau mendekatkan alat ke mata, pastikan bahwa ujung pohon berada persis diujung alat dan pangkal pohon berada persis di pangkal alat
- Selanjutnya baca karakter yang akan diukur dengan memperhatikan skala pada alat ukur untuk membaca posisi karakter yang diamati.

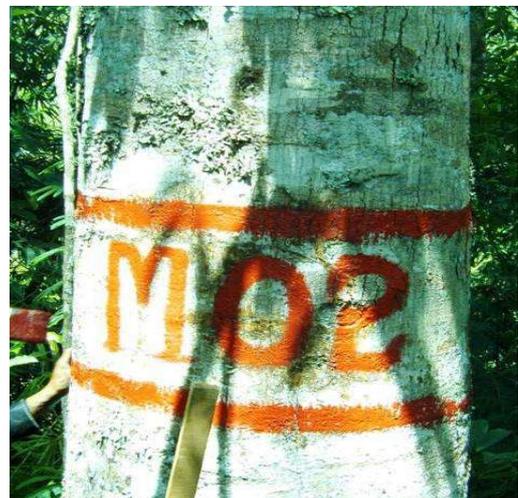
Gambar di bawah memperlihatkan pendugaan persentase tinggi bebas cabang dengan menggunakan alat, yaitu sekitar 40%.



Gambar 26. Pendugaan persentase tinggi bebas cabang

Pohon yang telah dinilai selanjutnya diberi tanda berupa dua lingkaran merah setinggi dada yang mengapit nomor pohon induk. Nomor pohon induk diberi kode "M" yang artinya mother trees (pohon induk) kemudian diikuti oleh nomor pohon sesuai dengan nomor urut pohon induk yang telah ditetapkan pada jenis yang sama. Untuk jenis pohon lain, penomorannya dilakukan dengan cara yang sama. Penulisan nomor pohon sebaiknya menghadap arah yang mudah terbaca, misalnya menghadap jalan setapak.

Setiap pohon selain dinilai karakter-karakternya, juga diukur tinggi total, diameter batang, posisi geografis, ketinggian tempat, status lahan, tanggal penilaian, nama penilai, nama lokal dan nama ilmiah jenis pohon.



Gambar 27. Penomoran pohon induk

Contoh *Tally Sheet* Penilaian Pohon Induk disajikan sebagai berikut :

TALLY SHEET PENILAIAN POHON INDUK

Jenis Pohon : Ketinggian tempat :m dpl
 Nama ilmiah : Tanggal Penilaian :
 Kode Jenis : Status lahan :
 desa/milik/negara
 Lokasi : Diameter Pohon : cm
 Koordinat : S = Tinggi Total : m
 E = Nomor Pohon : **M**
 Tim Penilai :

Tabel 8. Contoh *Tally Sheet* Penilaian Pohon Induk Penghasil Kayu

No	Karakter	Keterangan	Nilai
1	Batang Bebas Cabang%	
2	Kelurusan Batang%	
3	Tinggi ke cabang Permanen%	
4	Cacat Pada Permukaan Batang	a. Rata, tidak ada gejala bekas percabangan b. Agak rata: 5 – 10 knob/m c. Kasar/penuh benjolan: 10 knob/m	
5	Kesilindrisan Cabang	a. Batang silindris dari bawah ke atas b. Batang silindris, terdapat gejala belimbing < 5% diameter c. Batang agak silindris, terdapat gejala belimbing 5-10% diameter d. Batang tidak silindris, berbentuk belimbing 10-20% diameter e. Tidak silindris, belimbing > 25% diameter	
6	Cacat Lain (penyakit)	a. Mulus, tidak ada serangan hama dan penyakit b. Terdapat serangan hama dan penyakit	
TOTAL NILAI			

B. Seleksi Pohon Induk Penghasil Non-Kayu Berkualitas

Berbeda dengan pohon induk penghasil kayu di mana penetapannya berdasarkan karakter pohon untuk menghasilkan kayu dengan kualitas dan kuantitas terbaik, untuk pohon penghasil non-kayu maka penetapan pohon induk dengan melihat karakter-karakter selain produktivitas kayunya, misalnya : kemampuan menghasilkan getahk, buah manis, ketebalan daging buah, jumlah buah dihasilkan, ketahanan terhadap hama dan penyakit, penghasil gaharu berkualitas, dll. Dengan demikian dalam menetapkan pohon induk non kayu harus melihat pada tujuan hasil yang akan dimanfaatkan.

Untuk menetapkan pohon induk non-kayu tidak sama dengan langkah-langkah seperti pada penetapan pohon induk penghasil kayu yang memerlukan proses pengukuran, pada pohon induk non kayu ditetapkan berdasarkan keunggulan sifat non-kayunya jika dibandingkan dengan pohon-pohon sejenis. Karena pembiakannya mengutamakan dengan cara vegetatif, maka jarak antar pohon induk tidak terlalu diperhatikan karena keturunannya tidak dipengaruhi oleh proses penyerbukan.

Contoh beberapa kriteria dalam menetapkan pohon induk penghasil non kayu, misalnya penghasil buah, antara lain : (1) pohon telah berbuah, (2) buah rasanya lebih manis di antara pohon lain sejenis, (3) pohon tahan hama dan penyakit, (4) produksi buah banyak, (5) daging buah tebal.

C. Membangun Sumber Benih

Pada dasarnya dalam pembibitan memerlukan ketersediaan bahan untuk pembibitan yaitu berupa benih generatif (biji hasil penyerbukan) dan benih vegetatif (bahan vegetatif tanaman selain biji). Untuk menjamin ketersediaan bahan pembibitan tersebut maka perlu suatu areal khusus yang bisa menyediakan bahan-bahan dimaksud baik dari tegakan pohon yang telah tumbuh secara alami atau dengan cara membangun tegakan pohon baru sebagai penghasil bahan pembibitan atau dikenal dengan sumber benih.

Mengingat terdapat dua teknik pembibitan, yaitu secara generatif dan vegetatif, maka pembangunan sumber benih pun dapat diarahkan untuk dua tujuan keperluan penyediaan benih, yaitu (1) Sumber benih generatif, yaitu penghasil biji untuk pembibitan dan (2) Sumber benih vegetatif, yaitu penghasil bahan vegetatif (tunas, akar, cabang, dll) untuk pembibitan. Secara sederhana cara membangun masing-masing sumber benih tersebut diuraikan sebagai berikut :

1. Sumber Benih Generatif

Secara sederhana langkah-langkah membangun sumber benih generatif antara lain dapat dilakukan sebagai berikut :

- Tetapkan jenis tanaman kayu-kayuan yang akan dikembangkan
- Kumpulkan benih (biji) minimal dari 30 pohon induk, benih-benih tersebut dikumpulkan sesuai pohon induknya
- Buat bibit, di mana setiap bibit dikelompokkan sesuai dengan pohon induknya
- Beri label pada masing-masing bibit yang telah dikelompokkan sesuai pohon induknya

- Tetapkan lokasi dan luas rencana penanaman
- Tetapkan jarak tanam, misalnya 5 m x 5 m
- Bibit akan ditanam berdasarkan blok-blok tanam, di mana setiap blok tanam akan ditanami bibit-bibit dari semua pohon induk
- Pada setiap blok tanam, siapkan masing-masing 4 bibit dari setiap pohon induk yang sama. Jika terdapat 30 pohon induk, maka akan disiapkan bibit sebanyak $4 \text{ bibit/pohon induk} \times 30 \text{ pohon induk} = 120 \text{ bibit}$



Gambar 28. Membangun Sumber Benih Generatif

- Bibit dari pohon induk yang sama ditanam pada satu baris, selanjutnya tanam bibit-bibit dari pohon induk lainnya.
- Posisi penanaman masing-masing bibit dari pohon induk dilakukan secara acak
- Pelihara tanaman, dan jika ada yang mati disulam sesuai dengan nomor pohon induknya
- Lakukan cara yang sama pada blok penanaman lainnya
- Banyaknya blok penanaman disesuaikan dengan ketersediaan luas lahan, tenaga, ketersediaan bibit, ketersediaan dana, dll, di mana jumlah blok penanaman minimal tiga buah.
- Untuk jenis tanaman berumur panjang seperti suren, jati, mahoni, dll, maka setelah 5 tahun, hilangkan 2 tanaman terjelek pada masing-masing tanaman sesuai pohon induknya. Setelah 5 tahun berikutnya, pertahankan satu jenis tanaman terbaik untuk setiap tanaman sesuai pohon induknya. Hal ini dilakukan pada setiap blok penanaman.
- Tanaman yang terbaik untuk setiap asal pohon induk inilah yang akan ditetapkan sebagai pohon penghasil benih untuk produksi pembibitan.

2. Sumber Benih Vegetatif

Secara sederhana langkah-langkah membangun sumber benih vegetatif adalah sebagai berikut:

- Tetapkan jenis tanaman non-kayu yang akan dikembangkan, misalnya penghasil buah

- Lakukan pembibitan generatif yang akan dijadikan sebagai bibit batang bawah
- Tetapkan pohon-pohon induk penghasil buah terbaik, bisa minimal 30 pohon induk
- Lakukan salah satu teknik pembibitan vegetatif, misalnya dengan okulasi.
- Ambil mata tunas dari masing-masing pohon induk, lalu tandai
- Lakukan pembibitan secara okulasi dan bibit ditandai sesuai pohon induk
- Pelihara bibit okulasi hingga siap tanam
- Bibit yang telah siap tanam ditanam pada areal yang telah disediakan
- Cara penanaman masing-masing bibit okulasi berdasar pohon induknya sama seperti cara menanam pada sumber benih generatif
- Tanaman dipelihara hingga menghasilkan buah, jika ada yang mati segera disulam dengan bibit dari nomor pohon induk yang sama
- Tanaman yang sudah menghasilkan buah dapat diambil enternya, misalnya mata tunas untuk pembibitan vegetatif berikutnya.



III. BERBAGAI TEKNIK PEMBIBITAN VEGETATIF

A. Teknik Pembibitan Stek

Pengertian

Stek merupakan cara perbanyak tanaman secara vegetatif buatan dengan menggunakan sebagian batang, akar, atau daun tanaman untuk ditumbuhkan menjadi tanaman baru. Keberhasilan perbanyak dengan cara stek ditandai terjadinya regenerasi akar dan pucuk pada bahan stek sehingga menjadi tanaman baru. Regenerasi akar dan pucuk dipengaruhi oleh faktor intern yaitu tanaman itu sendiri dan faktor ekstern atau lingkungan. Salah satu faktor intern yang mempengaruhi regenerasi akar dan pucuk adalah fitohormon yang berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh.

Teknik pembibitan secara stek pada dasarnya diterapkan jika pembibitan secara generatif mengalami kesulitan pengadaan benih, misalnya : musim berbuah lama (4-5 tahun) dan benih bersifat *recalcitrant* (tidak mampu disimpan lama).

Persyaratan

Terdapat beberapa persyaratan kondisi lingkungan yang harus dipenuhi jika kita akan melakukan pembibitan dengan cara stek, antara lain : (a) ruang perakaran memiliki kelembaban tinggi (>90%) hal ini ditandai jika ruangan ditutup plastik maka akan timbul embun-embun air pada lapisan plastik, (b) intensitas cahaya cukup, artinya ruangan tidak terlalu gelap, (c) suhu tidak terlalu tinggi (sekitar 26°C), (d) media untuk proses perakaran stek harus steril dan bersifat porous (tidak padat).

Penyetekan dapat dilakukan pada media pasir steril yang diberi sungkup agar kelembaban ruang tetap tinggi dan proses transpirasi bahan stek dapat ditekan. Untuk mempercepat terbentuknya akar hasil penyetekan, maka dapat dirangsang dengan menggunakan hormon perangsang akar seperti Rootone-F, *Rapid Root*, atau merk hormon perangsang akar lainnya.

Kecepatan keluarnya akar hasil stek pada beberapa jenis tanaman menunjukkan kemampuan yang beragam, khusus pada tanaman meranti (*Shorea* spp) kecepatan munculnya akar baru hasil stek rata-rata sekitar 2-3 bulan. Jika akar telah terbentuk, maka bibit stek dapat dipindahkan ke dalam *polybag* yang berisi campuran media tumbuh.

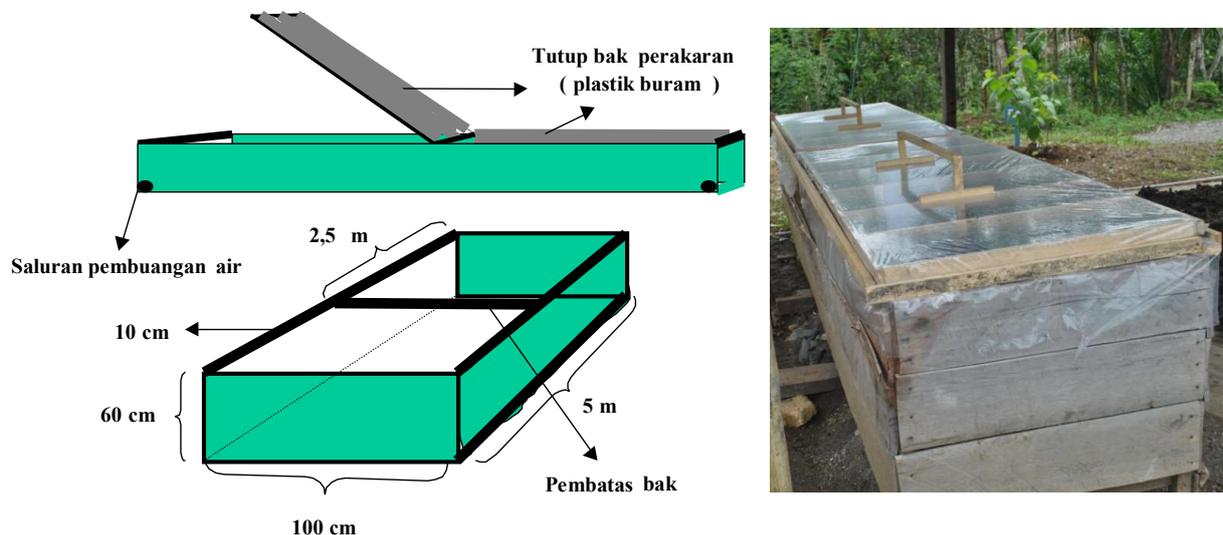
Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana yang diperlukan dalam pembibitan stek antara lain :

1. Bak perakaran stek

Bak perakaran stek pada prinsipnya adalah suatu ruangan/wadah berisi media stek untuk menghasilkan akar baru. Bak perakaran yang dapat dibuat dari papan kayu, tembok, atau wadah plastik bening (Model KOFCO). Bak perakaran stek berisi media, misalnya media pasir atau campuran tanah dan arang sekam = 2 : 1. Media harus steril, porous, tidak kering, tidak tergenang air, tetapi harus selalu lembab.

Bak perakaran dapat dibuat dari papan kayu dengan ukuran panjang : 4-5 m, lebar : 1 m, tinggi : 0,6 m. Tutup bak terbuat dari kerangka reng kayu yang dilapisi plastik buram untuk mempertahankan agar kelembaban ruangan tetap tinggi. Bagian dasar bak diisi batu kerikil setebal \pm 5 cm dan pada bagian atas diisi pasir halus setebal 10-15 cm. Pada kedua ujung bak dibuat saluran pengeluaran air agar aerasi tetap berjalan dengan baik.



Gambar 29. Model bak perakaran dari papan kayu

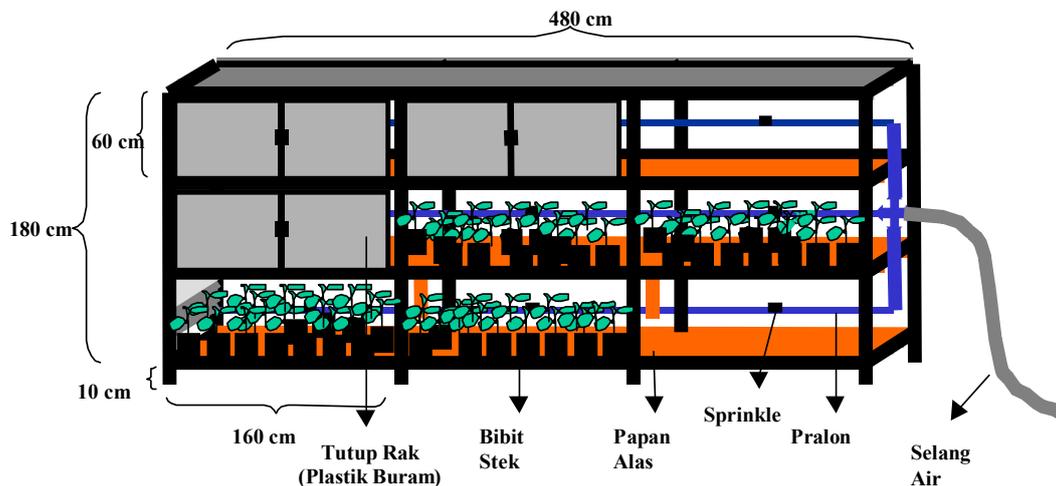


Gambar 30. Bak perakaran stek Model KOFCO

2. Ruang Adaptasi Model Rak

Stek yang telah berakar pada bak perakaran stek perlu dipindah/disapih ke media dalam *polybag*. Bibit stek yang telah disapih tersebut tidak bisa langsung ditempatkan di ruang terbuka, apalagi di persemaian karena bibit akan mudah layu. Oleh sebab itu bibit stek masih perlu diadaptasikan dalam sebuah ruangan yang memiliki kelembaban tinggi sehingga bibit tidak layu. Jika bibit sudah beradaptasi yang ditandai oleh munculnya daun baru, maka bibit dapat dikeluarkan dari ruang adaptasi. Prinsip ruang adaptasi adalah dapat menjaga kelembaban tetap tinggi sehingga bibit tidak mudah layu. Salah satu model ruang adaptasi adalah rak adaptasi.

Rak adaptasi dapat dibuat satu ruangan dengan bak perakaran stek sehingga memudahkan pemindahan bibit stek yang telah siap disapih. Ukuran rak adaptasi dapat disesuaikan dengan luas rumah stek yang ada. Rak adaptasi dapat dibuat dengan ukuran panjang: 480 cm, lebar: 70 cm, dan tinggi: 180 cm. Rak terdiri dari 9 ruang yang terbagi dalam tiga tingkat dan tiga blok. Jarak antar-tingkat 60 cm dan jarak antar-blok 160 cm. Seperti halnya pada bak perakaran, tutup rak dan semua bagian dinding rak dilapisi plastik. Penyiraman dapat dilakukan dengan menggunakan sprayer atau secara otomatis dengan memasang sprinkle pada masing-masing bagian ruangan rak adaptasi.



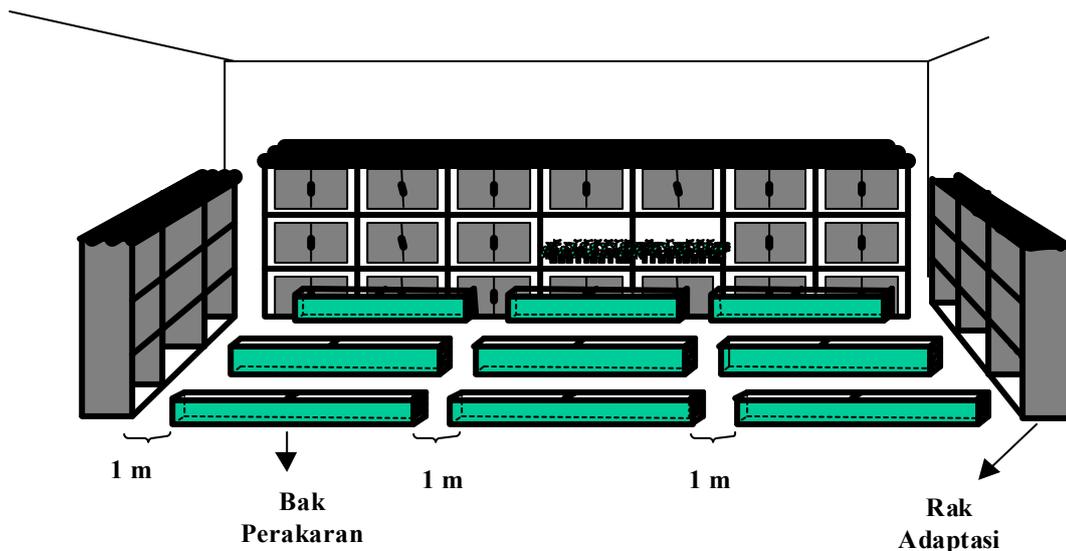
Gambar 31. Model rak adaptasi bibit stek



Gambar 32. Rak adaptasi bibit stek berdekatan dengan bak perakaran

3. Rumah stek

Rumah stek adalah ruangan yang digunakan untuk proses pembibitan dengan cara stek, di dalam ruangan ini dapat ditempatkan bak perakaran dan rak adaptasi. Luas rumah stek disesuaikan dengan target produksi bibit stek. Di dalam rumah stek juga perlu disediakan rak tempat menyimpan berbagai keperluan bahan dan alat dalam pembuatan stek. Rumah stek dapat ber dinding papan kayu dan beratap rumbia atau genteng, prinsipnya atap jangan menyebabkan suhu ruangan tinggi, oleh sebab itu penggunaan atap seng perlu diperhatikan agar tidak menyebabkan suhu ruangan tinggi. Perlu sirkulasi udara yang cukup melalui jendela agar suhu ruangan tidak tinggi.



Gambar 33. Tata letak bak perakaran dan rak adaptasi dalam rumah stek

4. Kebun Pangkas

Bahan stek diperoleh dari hasil pemangkasan trubusan tanaman. Tanaman penghasil bahan stek tersebut perlu ditanam dalam suatu areal yang disebut kebun pangkas. Kebun pangkas dapat dibuat di bawah tegakan pohon atau di bawah naungan paranet. Tanaman pada kebun pangkas harus diperoleh dari pohon unggul agar sifat genetik tersebut dapat diturunkan pada bibit hasil pembiakan vegetatif stek pucuk.

Bedeng kebun pangkas dapat dibuat dengan ukuran panjang 480 cm dan lebar 120 cm, jarak antar-bedeng 1 m, dan jarak tanam $30 \times 30 \text{ cm}^2$. Namun demikian jarak tanam pada bedeng kebun pangkas dapat disesuaikan dengan jenis yang akan dikembangkan, untuk jenis daun lebih lebar memerlukan jarak tanam yang lebih luas misalnya 40 – 50 cm.

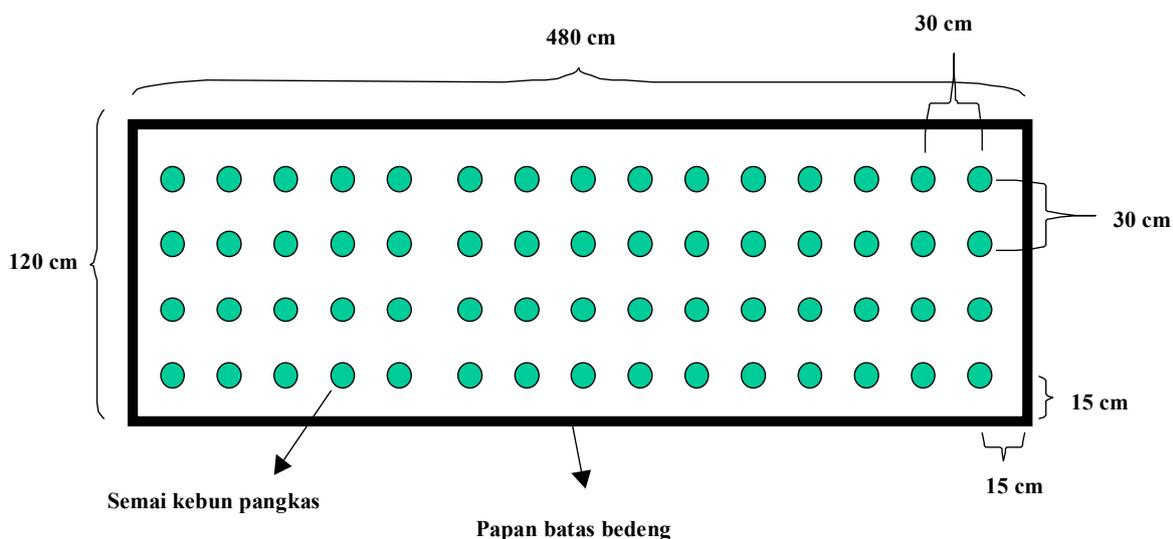
Kebun pangkas perlu dipelihara agar menghasilkan produksi bahan stek yang baik dan tinggi. Pemeliharaan kebun pangkas meliputi : (1) Pemupukan, dilakukan setiap kali setelah pemangkasan untuk mengambil bahan stek dengan pupuk NPK (dosis 2 gram/ semai), (2) pengolesan cat pada bagian cabang yang telah dipangkas agar terhindar dari kemungkinan infeksi cendawan patogen. Untuk merangsang pertumbuhan tunas *orthotrop* (tunas tumbuh ke atas) dapat dilakukan dengan pemangkasan cabang-cabang *plagiotroph* (cabang ke samping), perundukan cabang *plagiotroph*, atau pemasangan jaring.



Gambar 34. Kebun pangkas di bawah tegakan (kiri) di bawah paranet (kanan)

Membangun Kebun Pangkas

Kebun pangkas seyogianya dibangun dari tanaman yang telah diketahui sifat unggulnya, misalnya bibit yang ditanam pada kebun pangkas adalah bibit hasil pembiakan vegetatif (misalnya cangkok, okulasi, atau sambung). Bibit yang ditanam tersebut selanjutnya dipelihara dan setelah tumbuh segar dengan menghasilkan banyak cabang dan daun, bagian pucuknya dipangkas. Hal ini akan merangsang tumbuhnya trubusan baru yang kelak dapat digunakan untuk bahan stek.



Gambar 35. Tata letak tanaman dalam bedeng kebun pangkas

5. Pondok Kerja

Pondok kerja dibuat sebagai tempat membuat media tumbuh stek dan mengemasnya ke dalam *polybag*. Media tumbuh yang digunakan merupakan campuran antara tanah : bokashi : arang sekam = 2 : 1 : 1.



Gambar 36. Model pondok kerja

Bahan dan Alat

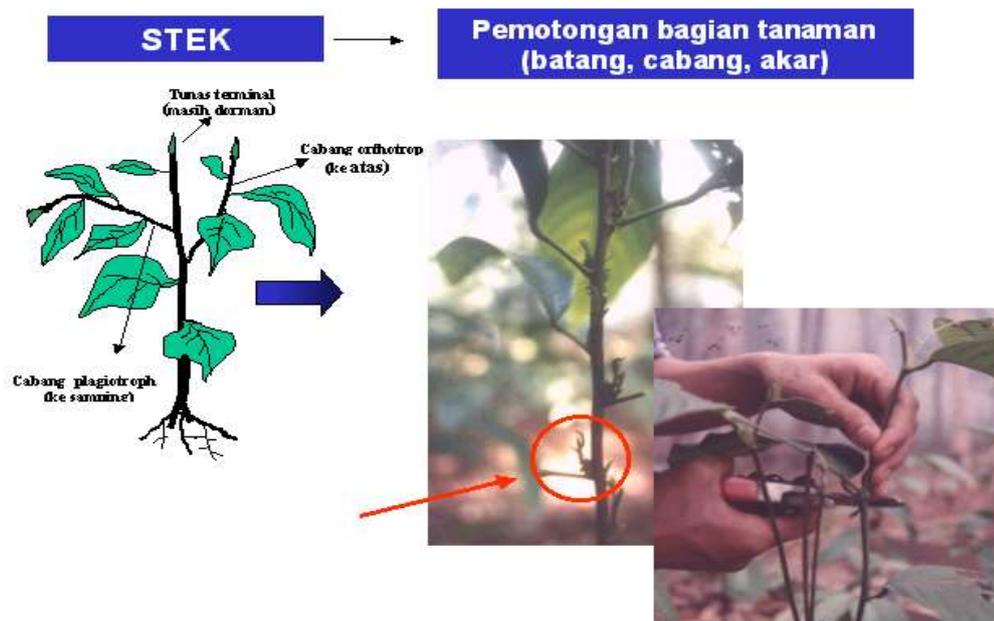
Bahan yang diperlukan untuk pembibitan cara stek antara lain : pasir halus, kerilkil, plastik buram, hormon perangsang akar, media sasih (arang sekam, bokashi, tanah), *polybag* diameter 15 cm, bahan stek, air. Peralatan yang diperlukan antara lain : gunting stek, gembor/handsprayer, cangkul, ayakan media.

Teknik Pembuatan

a. Persiapan bahan stek

Bahan stek dapat diambil dari kebun pangkas yang telah dibangun. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan stek adalah :

- Bahan stek dipilih dari cabang orthotrop (ke atas) bukan plagiotroph (ke samping). Bahan stek dari cabang ke samping akan menyebabkan bibit stek dengan pertumbuhan menyamping, hal sebaliknya jika bahan diambil dari cabang ortotrop
- Memiliki tunas yang masih kuncup, tunas tidak sedang tumbuh karena ini akan menyebabkan bahan mudah layu
- Bahan stek tidak terlalu tua atau terlalu muda, warna kulit coklat kehijauan
- Minimal memiliki tiga ruas
- Hindari bahan stek yang memiliki daun masih muda karena umumnya mudah busuk saat ditanam di bak perakaran



Gambar 37. Pengambilan bahan stek di kebun pangkas

b. Persiapan media perakaran stek

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam persiapan media perakaran stek adalah:

- Kelembaban media harus tinggi ($\geq 90\%$)
- Suhu ruang bak perakaran tidak tinggi ($24 - 26\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Intensitas cahaya cukup
- Media pada bak perakaran bersifat porous, artinya mudah untuk sirkulasi udara dan air

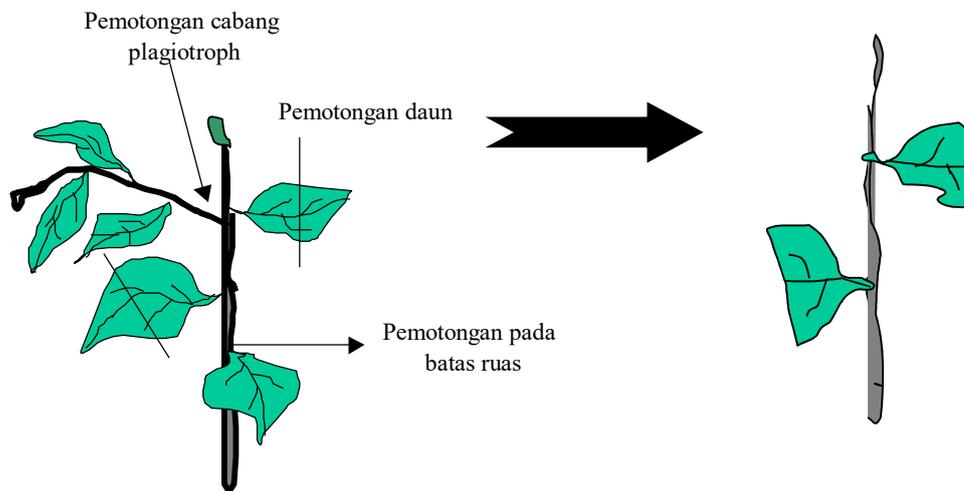
Salah satu media perakaran yang dapat digunakan adalah media pasir murni. Sebelum penanaman stek, perlu dilakukan sterilisasi media untuk mencegah kemungkinan tumbuhnya jamur patogen. Sterilisasi dapat dilakukan dengan cara menyemprotkan fungisida pada media pasir yang sebelumnya telah dibasahi oleh air (dosis yang diberikan tergantung jenis fungisida yang digunakan, contoh : Dithane M45 dengan dosis 2 gram/liter. Selanjutnya bak perakaran stek setelah disemprot fungisida ditutup selama 3 hari. Penanaman stek dilakukan 3 hari setelah penyemprotan fungisida tersebut.

c. Pelaksanaan Penyetekan

Beberapa perlakuan yang perlu diperhatikan dalam penyetekan antara lain:

- Bahan stek dipotong minimal pada ruas ketiga dari pucuk
- Pemotongan bahan stek dilakukan sedikit di bawah ruas secara mendatar
- Potong daun bahan stek tersebut sebanyak $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$ bagian untuk mengurangi penguapan
- Batang bawah stek yang telah dipotong selanjutnya dioles dengan hormon perangsang akar yang telah dibuat dalam bentuk pasta
- Bahan stek yang telah dioles hormon selanjutnya dibalik dengan memposisikan bagian yang telah dioles hormon diletakkan di bagian atas selama ± 5 menit. Hal ini terkait dengan hormon perangsang akar yang bersifat *basibetal* (pergerakan hormon dari atas ke bawah).

- Tanam bahan stek pada media pasir dan biarkan \pm 2-3 bulan. Jarak tanam disesuaikan dengan lebar daun (misalkan $10 \times 10 \text{ cm}^2$). Pada prinsipnya hindari jarak tanam yang menyebabkan antar-daun stek saling menutupi (berdesakan) karena hal ini menyebabkan genangan air pada daun setelah dilakukan penyiraman sehingga menyebabkan daun busuk.
- Jaga agar kelembaban ruang perakaran selalu tinggi agar bahan stek tidak layu



Gambar 38. Cara pemotongan bahan stek

d. Pemeliharaan stek

Pemeliharaan meliputi penyiraman air pada media pasir untuk menjaga kelembaban dan suhu bak perakaran stek. Tutup bak perakaran harus selalu tertutup. Penyiraman dilakukan dengan handsprayer 2 x sehari, namun jika media masih lembab maka tidak perlu dilakukan penyiraman.

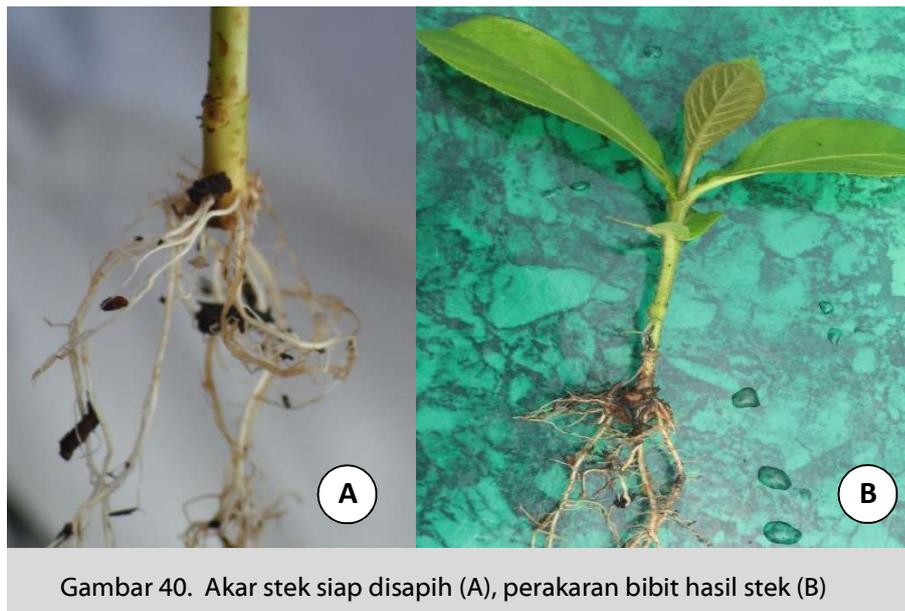


Gambar 39. Proses perakaran stek dalam bak perakaran

e. Penyapihan stek

Penyapihan merupakan kegiatan pemindahan stek yang telah berakar dari media perakaran stek ke media tumbuh di dalam *polybag*. Cara penyapihan stek adalah sebagai berikut :

- Siapkan media sapih dalam *polybag*
- Basahkan media sapih tetapi tidak sampai jenuh
- Buat lubang pada media sapih, lubang dibuat agak luas untuk memudahkan penyapihan stek sehingga akar stek tidak tertekuk saat ditanam
- Pilih semai stek yang telah memiliki akar rambut cukup banyak dan keadaan akar tidak terlalu muda (panjang akar \pm 2 cm) untuk disapih
- Tanam semai stek ke dalam media sapih secara hati-hati kemudian padatkan media sapih
- Stek yang telah disapih harus tetap disungkup agar tidak layu, salah satunya dapat diletakkan ke dalam rak adaptasi atau bedeng bersungkup plastik dan biarkan sekitar 2 minggu.
- Tetap lakukan penyiraman 1 x sehari dengan menggunakan sprayer pada stek yang sedang diadaptasikan
- Setelah 2 minggu, bibit stek dibiarkan 1 minggu dalam ruang adaptasi dengan kondisi tutup lastik terbuka.

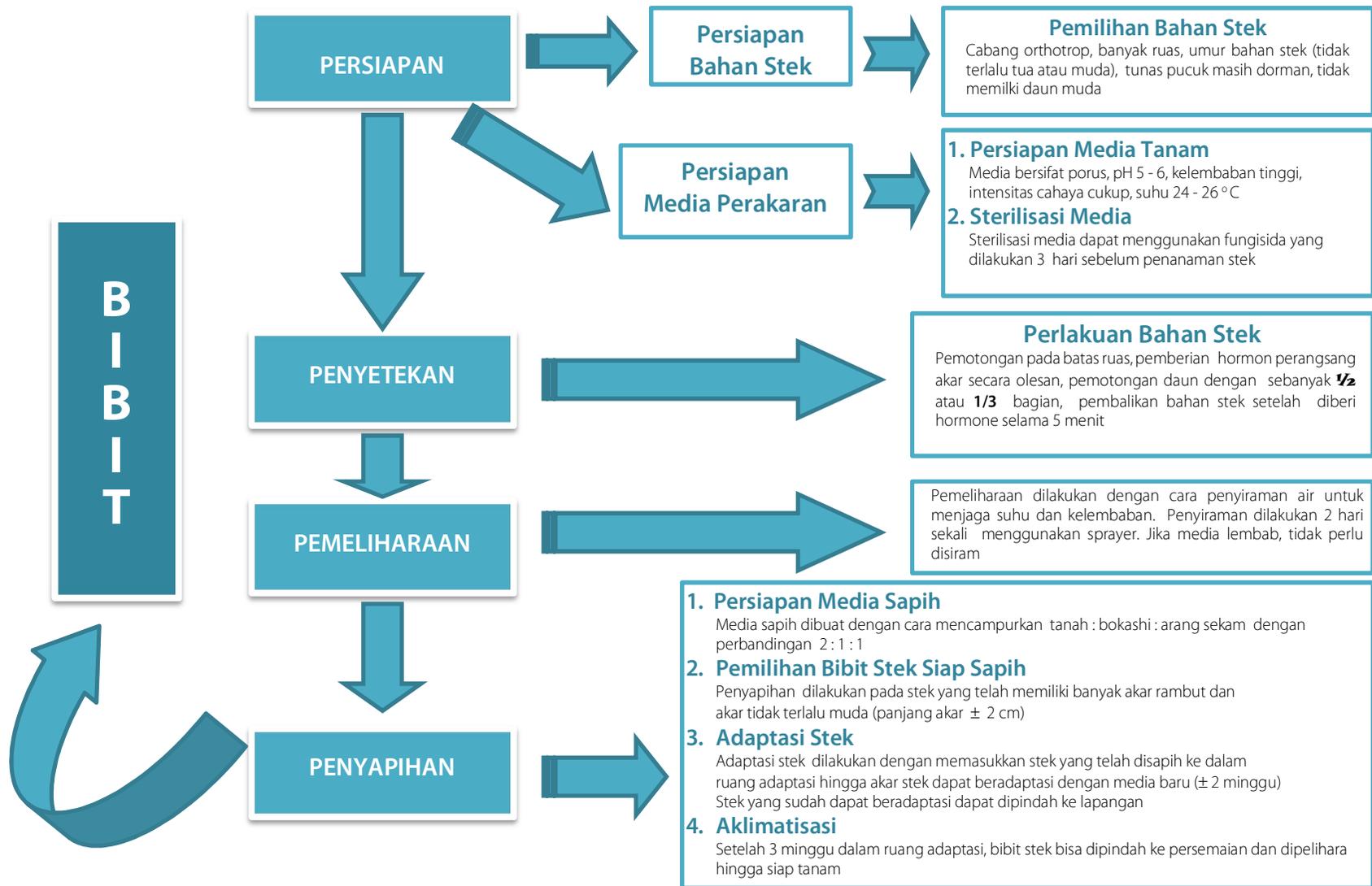


Gambar 40. Akar stek siap disapih (A), perakaran bibit hasil stek (B)

f. Aklimatisasi Stek

Bibit stek dalam ruang adaptasi yang telah menunjukkan pertumbuhan daun atau tunas baru (\pm 3 minggu) dapat dipindahkan ke bedeng-bedeng sapih persemaian untuk menyesuaikan kondisi lingkungan luar (proses aklimatisasi). Untuk mencegah kemungkinan bibit stek layu akibat panas matahari yang berlebihan, maka bedeng sapih dapat dinaungi rumbia selama 1-2 minggu. Jika bibit stek yang telah dipindahkan ke bedeng sapih menunjukkan tanda-tanda akan layu, maka segera pindahkan kembali ke dalam rak adaptasi, hal ini menunjukkan bibit belum siap dikeluarkan dari ruang adaptasi.

Secara ringkas alur pembibitan secara stek disajikan sebagai berikut :



Gambar 41. Alur Pembibitan Stek

Pembuatan Stek Lada Satu Ruas Berdaun Tunggal

Lada, lada, lada, atau pedes adalah beberapa sebutan nama lokal dari tanaman yang bernama ilmiah *Piper nigrum L.* Lada merupakan jenis tanaman yang kaya akan kandungan kimia dengan nilai ekonomi yang tinggi hingga menjadi salah satu komoditas penting perdagangan dunia. Bahkan di Indonesia komoditas lada, baik lada hitam maupun putih, menempati posisi nilai ekspor tertinggi dari sektor rempah-rempah mengalahkan pala, kayu manis, kapulaga, dan cengkeh. Sehingga wajar jika kemudian lada dikenal sebagai “The King of Spice” atau rajanya rempah-rempah. Lada Indonesia sudah dikenal dunia, misalnya lada hitam Lampung yang dikenal dengan “Lampung Black Pepper” dan lada putih Bangka Belitung yang dikenal “Muntok White Pepper”.

Sebagai tanaman bernilai ekonomi tinggi, lada juga memiliki berbagai manfaat selain sebagai bumbu dapur, antara lain: menyembuhkan sakit perut, menurunkan tekanan darah, antioksidan, kesehatan jantung, menyembuhkan sakit kepala, meringankan peradangan, menurunkan berat badan, dan lain-lain.

Lada adalah salah satu tanaman yang berkembang biak dengan biji, tetapi banyak para petani lebih memilih melakukan pembibitan secara vegetatif melalui penyetekan. Pembibitan secara stek dianggap lebih praktis karena disamping pembibitannya dapat dilakukan setiap saat, tanpa menunggu musim biji, juga melalui stek tanaman lada akan lebih cepat berbuah. Namun demikian di dalam melakukan penyetakan pun harus dilakukan secara tepat agar menghasikan produksi lada yang baik di mana bahan stek terbaik berasal dari sulur panjat dari sumber tanaman muda (usia produktif). Selain itu berbagai hama dan penyakit lada juga menjadi masalah yang perlu diketahui cara menanganinya. Oleh karena itu perlu dikuasainya teknik budidaya lada yang tepat agar dapat menghasilkan produksi yang maksimal.

Sulur pada Lada

Sulur tanaman lada dapat dibedakan menjadi empat macam yaitu: (a) **Sulur panjat** (ditandai dengan adanya akar lekat untuk memanjat yang ada pada ruas-ruasnya); (b) **Sulur buah** (pertumbuhannya mendatar, tidak mempunyai akar lekat pada ruas-ruasnya, mampu memproduksi buah); (c) **Sulur gantung** (sulur panjat yang tumbuhnya tidak melekat pada tajar karena tidak dilakukan pengikatan, sehingga tumbuh menggantung, sulur ini tidak baik untuk menghasilkan buah maupun untuk stek), (d) **Sulur cacing/tanah** (sulur panjat yang tidak melekat pada tajar dan tumbuh menjalar di permukaan tanah. Dari keempat macam sulur, maka sulur panjat merupakan bahan stek terbaik, adapun sulur buah digunakan untuk bibit lada perdu di mana jenis ini tidak memerlukan tajar, biasanya ditanam di sela sela kelapa.

Stek satu ruas berdaun tunggal

Keuntungan menggunakan sulur panjat sebagai bahan stek satu ruas berdaun tunggal adalah mampu mengirit bahan stek di mana dari sulur panjat yang tersedia dapat menghasilkan jumlah bibit lada yang lebih banyak. Stek dari sulur panjat juga akan cepat menghasilkan buah, jika perawatan baik maka pada umur 2 tahun sudah mampu berproduksi. Pembibitan stek satu ruas berdaun tunggal telah terbukti menghasilkan persentase jadi bibit stek > 80%. Teknik stek ini juga lebih praktis karena selama tiga minggu penyungkupan tanpa penyiraman akan menghasilkan bibit stek. Dengan demikian kegiatan penyetekan dapat dilakukan kapan saja.

Cara Pembibitan Lada

a. Persiapan bahan dan alat

Tabel 8. Bahan dan alat persiapan pembibitan Lada.

Bahan & Alat	Media tanam	Pengambilan bahan stek	Pemotongan bahan stek	Penanaman bahan stek dan penyungkupan
Alat	Gembor siram, cangkul, ember, paranet (naungan)	Pisau cutter, gunting stek, parang untuk memotong pelepah pisang, kantong plastik	Pisau cutter, gunting stek, parang untuk memotong pelepah pisang, ember, kantong plastik	Parang, garuk/cangkul, ember, gembor siram, tali rafia, stik bambu (dipasang jika bibit stek telah tumbuh 1-2 helai daun)
Bahan	Bokasi/kompos 10%, arang sekam 10%, tanah gembur, dan <i>polybag</i>	Pelepah pisang (untuk menjaga suhu dan kelembaban), alkohol (untuk mensterilkan alat), tali rafia	Air bersih 5- 10 liter, gula pasir 2 sendok makan untuk 5 liter air, alkohol (untuk mensterilkan alat), lilin, vaselin, atau insektisida	Platik PE untuk sungkup lebar 150 cm, air secukupnya untuk menyiram media <i>polybag</i> hingga jenuh, bilah bambu/rotan (sebagai rangka untuk menyungkup media)

Catatan:

- Bila tidak ada gula, dapat diganti dengan air kelapa.
- Untuk pembuatan bibit semua alat potong harus disterilkan dengan alkohol, bekas pangkasan pada pohon induk ditutup lilin, vaselin, atau insektisida untuk menghindari pembusukan/jamur.

b. Penyiapan media stek

Media stek merupakan campuran tanah gembur (80%), kompos/pupuk organik (10%), dan arang sekam padi (10%). Media stek dimasukkan ke dalam *polybag*.

c. Pengambilan bahan stek

- Pisau cutter dan gunting stek disterilkan dengan alkohol 70%
- Pilih pohon induk yang sehat (bebas hama dan penyakit)



Gambar 42. Pilih bahan stek dari sulur panjang yang tidak terlalu tua tetapi sudah berkayu dan Potong bahan stek dari sulur panjang sepanjang 5 ruas agar mudah dibawa



Gambar 43. Bahan stek dibungkus dengan pelepah pisang dan masukan kedalam kantong plastik atau kardus kedap udara untuk mengurangi penguapan. Oleskan pada bekas pangkasan pohon induk dengan lilin, vaselin, atau insektisida agar tidak terserang jamur atau terjadi pembusukan.

d. Pemotongan bahan stek

- Pisau cutter dan gunting stek disterilkan dengan alkohol 70%
- Siapkan ember yang telah diisi air 5 -10 liter lalu larutkan gula 2 sendok makan
- Lakukan pemotongan di atas larutan air-gula dalam ember sehingga potongan bahan stek satu ruas berdaun tunggal akan langsung jatuh kedalam air gula tersebut



Gambar 44. Potongan bahan stek tersebut dibiarkan terendam dalam air gula selama \pm 1 jam, kemudian baru bibit dapat ditanam pada media dalam *polybag*

e. Penanaman bahan stek

Gambar 21. Siapkan ruang penyungkupan dari kerangka bambu atau rotan dan dilapisi plastik PE untuk mencegah penguapan selama proses penyetakan dan menghindari genangan air

- Siapkan *polybag* dengan media tanam berupa tanah, pasir, dan pupuk Bokashi dengan perbandingan 2 : 1 : 1
- Siram media dalam *polybag* dengan air bersih hingga jenuh



Gambar 45. Lubangi setiap media untuk memudahkan penanaman bahan stek



Gambar 46. Tanam bahan stek pada media *polybag*



Gambar 47. Biarkan bibit stek disungkup selama 3 minggu. Jika selama penyungkupan media terlihat kering, maka plastik sungkup dapat ditepuk agar embun air pada plastik menetes ke media *polybag*

- Jika seluruh bahan stek sudah ditanam dalam media *polybag*, lakukan penyungkupan hingga ruangan benar-benar kedap udara, untuk itu semua bagian ujung plastik sungkup dapat ditimbun tanah



Gambar 48. Plastik sungkup dapat dibuka jika tanaman telah memiliki 1-2 daun

- Setelah umur 22 hari, sungkup di bagian ujung (terowongan) dapat dibuka selama 1 jam. Jika media terlihat kering segera lakukan penyiraman dengan gembor/handsprayer kemudian ditutup kembali.



Gambar 49. Batang stek diikat pada ajir menggunakan tali rafia

- Setelah bibit stek memiliki 3 daun, maka tancapkan stik bambu/ajir kedalam *polybag* sebagai tempat merambat sementara, hal ini dilakukan agar sulur panjat tidak berubah menjadi sulur cacing.



Gambar 50. Setelah bibit stek memiliki 5-7 ruas, maka siap untuk ditanam

f. Penanaman bibit stek di lapangan

- Lahan sebaiknya bukan bekas kebun karet atau tanaman lada sakit. Pada lahan yang miring, dibuat terasiring dan ditanami penutup tanah (lahan yang baik adalah lahan yang kemiringannya mengarah matahari pagi),
- Pembukaan lahan menghindari pembakaran dan penggunaan hebisida,
- Buat saluran drainase (kedalaman 30 cm, lebar 20 cm). Buat juga parit keliling kedalaman 30 cm dan lebar 40 cm untuk menghindari terjadinya genangan air,
- Siapkan tajar setinggi 2 m berdiameter 5 cm (tajar bisa dari tanaman gamal atau *Glyricidia* spp), tajar ditanam sebelum penanaman lada hingga tajar telah tumbuh minimal 3 tangkai daun.
- Penanaman tajar tentu disesuaikan dengan rencana lubang tanam dan jarak tanam. Jarak tanam yang dibuat adalah 2,5 m x 2,5 m atau 3 m x 3 m
- Tajar ditanam sebelah barat lubang tanam sejauh \pm 10 cm sedalam 30 cm.

- Buat lubang tanam ± 10 cm arah Timur tajam dengan ukuran 45 cm x 45 cm x 45 cm atau 60 cm x 60 cm x 60 cm.
- Tanah galian dibiarkan terbuka >40 hari sebelum dilakukan penanaman
- Tanah yang berasal dari bagian atas dicampur pupuk organik serta investasi cendawan *Trichoderma harzianum*. Jika diperlukan bisa ditambah dolomite.
- Buat guludan di sekitar lubang tanam dengan ukuran panjang 90 cm, lebar 60 cm, tinggi 25-30 cm)
- Lakukan seleksi bibit lada yang siap tanam dengan kriteria akar telah melekat pada ajir bambu, telah tumbuh 5-7 ruas, dan tidak terdapat daun muda atau sebaiknya kondisi dorman.

Cara penanamannya sebagai berikut:



Gambar 51. Siapkan bibit yang akan ditanam dengan terlebih dahulu membuang kantong polybagnya



Gambar 52. Letakan stek pada lubang tanam dengan posisi miring ke arah tiang panjat (tajar)



Gambar 53. Benamkan empat ruas stek ke pangkal tanah, dan sisa ruas yang lain disandarkan pada tajar



Gambar 54. Kemudian timbun dengan tanah yang telah terlebih dahulu dicampur dengan pupuk kompos secukupnya, lalu dipadatkan



Gambar 55. Ikat batang dengan tajar supaya batang dapat melekat



Gambar 56. Berikan pelindung pada stek yang baru ditanam, umumnya digunakan alang-alang, ikat dengan tali plastic



Gambar 57. Dilanjutkan dengan melakukan penyiraman supaya tanaman tidak mengalami kering dan stress

A. Teknik Pembibitan Okulasi

Pengertian

Pembibitan okulasi adalah perbanyak tanaman dengan cara menempelkan mata tunas pada bagian batang bawah dari bibit hasil perbanyak generatif. Prinsip dari okulasi adalah melekatnya kambium suatu jenis tanaman dengan jenis tanaman lain agar berpadu satu dan dapat tumbuh baik. Jika proses okulasi berhasil, maka tunas yang ditempelkan tersebut akan tumbuh dan menghasilkan tanaman baru yang memiliki sifat mirip pohon induk. Dengan teknik ini maka tanaman akan cepat menghasilkan buah.

Pada pembibitan okulasi, daya rekat mata tunas yang ditempelkan lebih kuat jika dibandingkan dengan daya rekat pembibitan secara sambung, hal ini menyebabkan pertumbuhan tunas selanjutnya menjadi lebih bagus.

Mata tunas diambil dari pohon yang telah diketahui sifat unggulnya. Mata tunas yang diambil harus masih dorman (kuncup) agar tidak lekas busuk saat ditempelkan. Mata tunas tersebut banyak tersebar di antara ketiak daun, dengan demikian sebenarnya dapat dikatakan bahwa pembibitan secara okulasi akan lebih banyak menghasilkan produksi bibit jika dibandingkan dengan pembibitan secara cangkok ataupun tempel, pada pembibitan secara cangkok satu cabang pohon hanya akan menghasilkan satu bibit cangkok, padahal pada setiap cabang pohon mungkin terdiri dari beberapa ranting yang bisa digunakan untuk pembibitan secara sambung, serta di setiap ranting banyak terdapat mata tunas untuk pembibitan okulasi.

Jika proses penyambungan berhasil, maka bagian pucuk yang disambungkan tersebut akan tumbuh dan menghasilkan tanaman baru yang memiliki sifat mirip pohon induk. Dengan teknik ini maka tanaman akan cepat menghasilkan buah.

Bahan dan Alat

Bahan dan alat utama yang diperlukan adalah plastik yang bersifat elastis/lentur sehingga tidak mudah putus jika digunakan untuk mengikat dan pisau okulasi, bisa juga digunakan pisau cutter yang tajam. Plastik dilipat-lipat dengan ukuran ± 2 cm, lalu dipotong-potong menggunakan pisau okulasi. Potongan plasti digunakan untuk mengikat mata tunas pada batang bawah.

Teknik Pembuatan

a. Pengambilan Mata Tunas dari Pohon

Mata tunas diambil dari pohon dengan syarat : (1) memiliki sifat unggul, misalnya buah manis, daging tebal, berbuah banyak, tahan hama dan penyakit, (2) pohon telah berbuah, (3) pohon sehat. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengambil mata tunas antara lain : (1) mata tunas masih kuncup, (2) ukuran diameter ranting sama atau lebih kecil dari diameter batang bawah yang akan diokulasi, (3) hindari mengambil mata tunas yang telah mekar, karena akan mudah layu, (4) pengambilan mata tunas pada pagi hari, agar tidak banyak terjadi penguapan sehingga ranting tidak mudah layu, (5) sebaiknya lokasi kebun mata tunas (kebun entres) tidak jauh dari lokasi pembibitan okulasi, (6) lakukan segera proses pembibitan okulasi setelah mata tunas diambil, (7) jika lokasi pembibitan jauh, maka entres sebaiknya dibungkus pelepah pisang atau plastik dan hilangkan daunnya agar tidak layu.

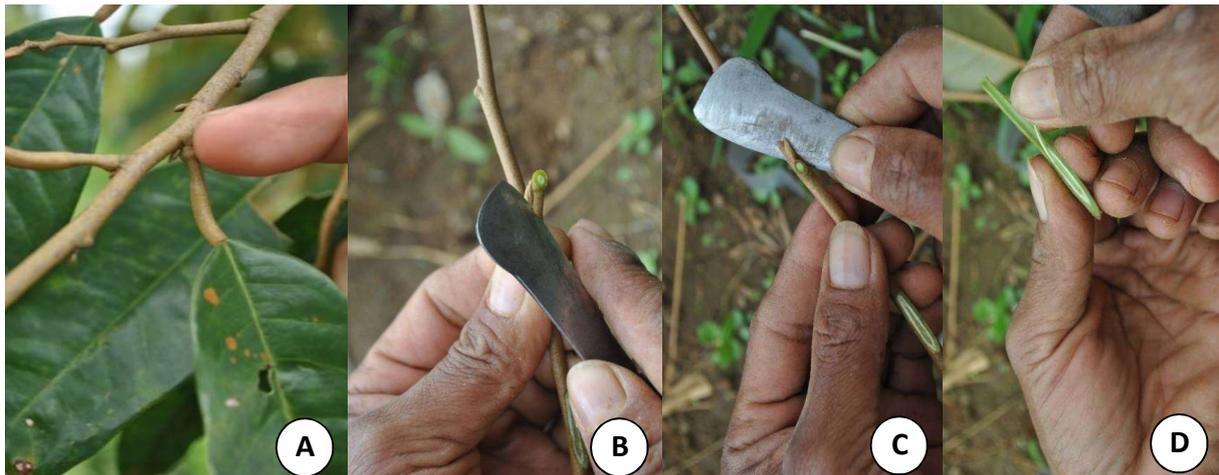


Gambar 58. Pengambilan mata tunas dari buah durian unggul

b. *Penyiapan mata tunas*

Langkah-langkah penyiapan mata tunas adalah sebagai berikut:

- Siapkan percabangan pohon yang memiliki ukuran sama dengan batang bawah bibit yang akan ditempel, pilih mata tunas pada 10-20 cm dari ujung cabang (Gambar A)
- Pengambilan percabangan yang akan diambil mata tunas sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari karena saat itu daun tidak sedang berfotosintesis.
- Hilangkan tangkai daun pada mata tunas yang akan diambil (Gambar B)
- Lakukan penyayatan secara hati-hati dari atas mata tunas ke bawah dengan mengikutkan sebagian kayunya (Gambar C)
- Buang bagian kayu dari bagian kulit yang mengandung mata tunas (Gambar D)
- Jika terlalu panjang, maka potong kulit yang telah dibuang bagian kayunya sehingga ukurannya sekitar 2-3 cm
- Mata tunas siap untuk ditempel

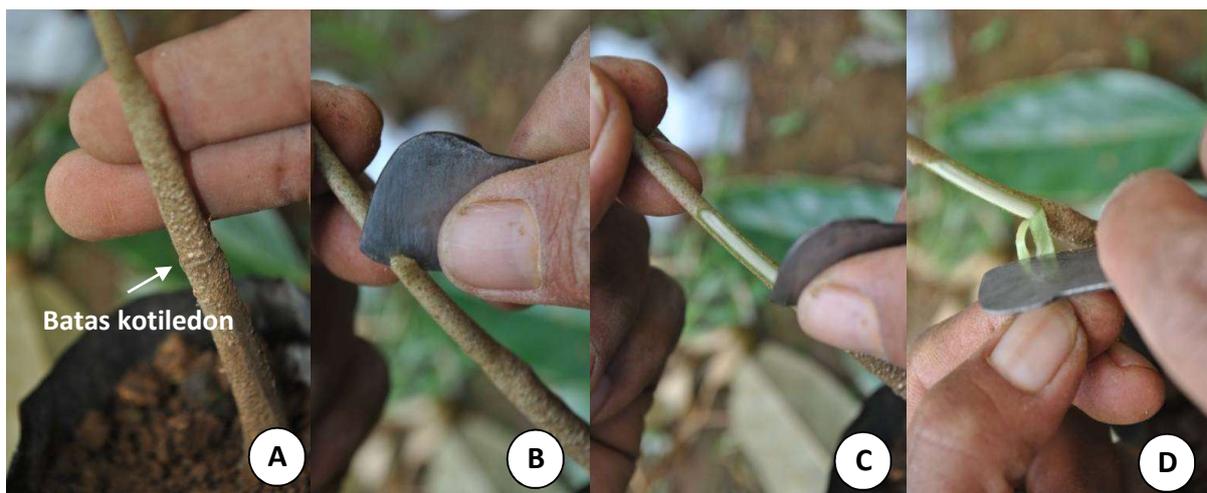


Gambar 59. Proses penyiapan mata tunas

c. *Penyiapan batang bawah*

Langkah-langkah penyiapan batang bawah adalah sebagai berikut :

- Siapkan bibit durian yang akan dijadikan sebagai batang bawah
- Posisi batang bawah yang akan disayat di atas 2 jari dari bekas kotiledon (bekas biji durian terangkat saat berkecambah) atau di atas ± 3 cm (gambar A dan B)
- Lakukan penyayatan kulit batang dari atas ke bawah sepanjang ± 3 cm, (gambar C)
- Lakukan penyatan kembali di sebelah sayatan pertama jika bidang tempel sayatan pertama terlalu sempit
- Potong kulit yang telah disayat dan sisakan sekitar 1 cm (gambar D)



Gambar 60. Proses penyiapan batang bawah

d. Penempelan mata tunas

Langkah-langkah penempelan mata tunas adalah sebagai berikut :

- Siapkan batang bawah yang telah disayat kulit batangnya, dan siapkan mata tunas yang telah dibuang bagian kayunya
- Letakkan mata tunas dengan cara menyelipkan pada batang bawah yang telah terkupas kulitnya, posisi tunas tidak boleh terbalik (Gambar A)
- Ikat mata tunas yang telah diselipkan dimulai dari bagian bawah (Gambar B)
- Ikat seluruh kulit yang mengandung mata tunas ke batang bawah, dalam hal ini mata tunas bisa ditutup ikatan atau tidak usah ditutup ikatan (Gambar C)
- Jika mata tunas ditutup plastik, lakukan penutupan secara hati-hati jangan sampai menyebabkan mata tunas patah
- Tutup semua bagian batang dengan ikatan plastik sedemikian rupa agar tidak ada air yang menembus, karena dapat menyebabkan busuk



Gambar 61. Proses penempelan mata tunas

e. Pemeliharaan tempelan mata tunas

Langkah-langkah pemeliharaan tempelan mata tunas adalah sebagai berikut:

- Setelah mata tunas ditempelkan pada batang bawah, letakkan bibit di bawah naungan paranet, jangan meletakkan bibit di bawah terik matahari.
- Lakukan penyiraman bibit seperti biasa agar bibit tetap tumbuh
- Setelah 22 hari, ikatan plastik mata tunas bisa disobek, yaitu setelah terdapat tanda-tanda tunas tumbuh
- Setelah plastik ikatan disobek, biarkan bibit selama 2 hari. Selanjutnya patahkan sebagian bagian atas bibit batang bawah dengan cara menyayat batang setengah bagian, kemudian bagian pucuk dipotong. Hal ini bertujuan untuk merangsang proses pertumbuhan mata tunas (Gambar A dan B)
- Lakukan penghilangan daun secara bertahap
- Batang bagian atas dipotong sempurna hingga di atas tempelan jika daun yang tumbuh dari mata tunas telah tua sehingga sudah dapat melakukan fotosintesis sendiri

- Pelihara bibit durian okulasi yang telah berhasil tumbuh hingga siap tanam (Gambar C)
- Contoh bibit sirsak hasil okulasi siap tanam (Gambar D)



Gambar 62. Cara merangsang pertumbuhan tunas

B. Teknik Pembibitan Sambung

Pengertian

Teknik pembibitan sambung (*grafting*) merupakan teknik perbanyakan bibit tanaman dengan cara menyambung antara batang bawah (*root-stock*) dan bagian atas (*scion*). Batang bawah dibuat dari bibit hasil perbanyakan dengan biji sedangkan bagian atas merupakan pucuk tanaman yang diambil dari pohon unggul. Jika proses penyambungan berhasil, maka bagian pucuk yang disambungkan tersebut akan tumbuh dan menghasilkan tanaman baru yang memiliki sifat mirip pohon induk. Dengan teknik ini maka tanaman akan cepat menghasilkan buah.

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang diperlukan, antara lain : plastik elastis, plastik bungkus, pisau, gunting stek, alkohol 70%, kapas, bibit untuk batang bawah, dan pucuk untuk bagian atas.

Beberapa Teknik Sambung

1. Sambung Pucuk Model "V"

Pengambilan batang atas (entres)

Bahan atas yang akan disambungkan disebut juga scion, atau lebih umum dikenal dengan istilah entres. Entres diambil dari pohon unggul dan telah berbuah. Langkah pengambilan entres adalah sebagai berikut :

- Pilih dahan-dahan/cabang pohon yang sehat dan memiliki entres untuk bahan sambung
- Jika lokasi kebun entres jauh dari lokasi pembibitan, maka usahakan agar entres tidak layu dengan cara memasukkan ke dalam kantong plastik atau dibungkus pelepah pisang

Penyiapan batang atas

- Diameter entres sebaiknya lebih kecil atau sama dengan ukuran diameter batang bawah, jadi hindari diameter entres yang lebih besar dari batang bawah
- Pilih entres yang masih memiliki tunas kuncup atau tidak sedang keluar daun muda lalu potong dengan gunting stek
- Entres sebaiknya mengandung minimal dua ruas
- Gunakan pisau yang tajam untuk menyiapkan entres
- Potong pangkal entres secara miring $\pm 45^\circ$ di kedua sisi batang hingga membentuk "V"
- Potong daunnya hingga menyisakan $\frac{1}{2}$ bagian, untuk mengurangi penguapan

Penyiapan batang bawah

- Siapkan bibit yang akan digunakan sebagai batang bawah
- Pilih batang bawah (root stock) yang berumur 1-2 tahun, atau telah berkeyu
- Potong dan buang bagian batang tempat keluar daun paling bawah sehingga tersisa batang yang sudah tidak berdaun
- Secara hati-hati belah batang bawah dari tengah diameter batang hingga kedalaman 1 – 1,5 cm

Penyambungan

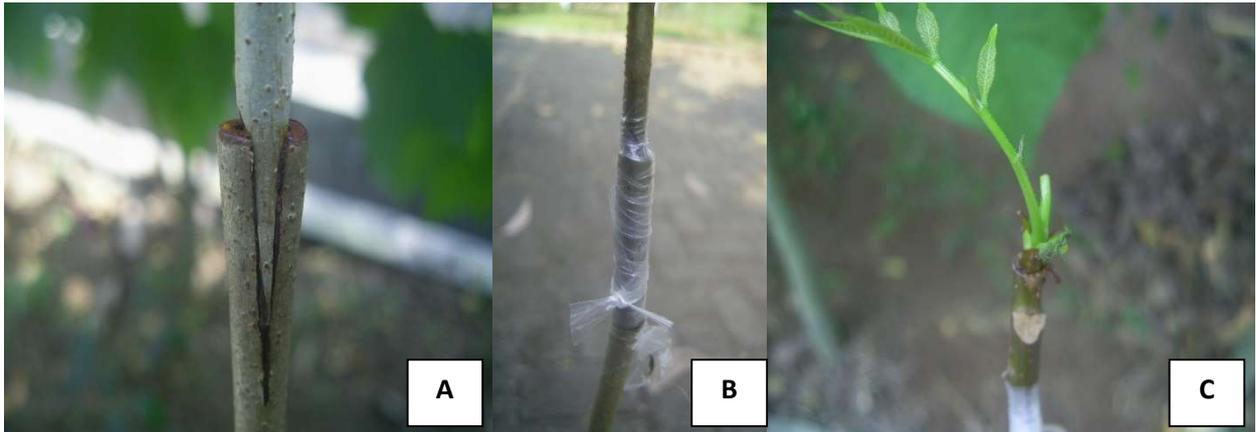
- Masukkan entres yang telah diruncingkan ke dalam belahan batang bawah
- Pastikan entres telah terselip di batang bawah
- Ikat batang yang telah menyatu tersebut dengan menggunakan plastik elastis sedemikian rupa sehingga air tidak bisa membasahi sambungan
- Ambil kantong plastik buram (ukuran 2 kg) untuk menyungkup bibit sambungan dengan cara diikat dengan tali rafia pada batang bawah

Pemeliharaan

- Letakkan bibit-bibit sambungan di bawah naungan, jangan di tempat terbuka.
- Lakukan terus penyiraman hingga terdapat tanda-tanda tumbuh daun baru pada entres yang telah disambung
- Jika sambungan gagal, maka entres akan busuk dan akan muncul trubusan baru dari batang bawah
- Jika sambungan berhasil, maka entres tetap segar dan tidak busuk sampai menunjukkan tanda-tanda muncul daun baru
- Biarkan hingga daun baru tumbuh menjadi tua
- Buka tali ikatan sambungan
- Buka plastik sungkup, namun tetap pertahankan pada bibit sambungan selama 1 minggu
- Pindahkan bibit sambungan ke persemaian dan pelihara hingga siap tanam



Keterangan: (A) penyiapan bibit root-stock, (B) pembelahan batang root-stock, (C) penyiapan scion, (D) proses penyambungan, (E) pengikatan sambungan, (F) pemeliharaan dengan disungkup



Gambar 64. Contoh teknik sambung pucuk pada mahoni: model penyambungan (A), pengikatan sambungan (B), bibit hasil sambungan (C)

2. Sambung Samping

Salah satu penerapan teknik sambung samping adalah pada tanaman kakao, khususnya yang tidak produktif lagi. Untuk meningkatkan produksi tersebut dapat diterapkan teknik sambung samping menggunakan entres unggul yang masih produktif (sekitar umur 7-8 tahun).

2.a Sambung samping bibit di polybag (jambu)

- Siapkan bahan dan peralatan, antara lain : tali dari potongan plastik, kantong plastik es mambo, gunting stek, dan pisau
- Pilih entres dari jambu unggul, masih produktif, dan sehat dengan diameter $\pm 1/2$ cm
- Potong entres, minimal memiliki tiga ruas dengan panjang ± 10 cm, potong pula bagian daun dan biarkan bagian tunas-tunas yang dorman
- Dari entres yang telah dipotong tersebut, tandai ujung entres (bagian yang mendekati ujung cabang) dan pangkal entres (bagian yang mendekati pangkal cabang)
- Potong bagian pangkal entres hingga runcing membentuk seperti huruf "V"
- Siapkan bibit untuk batang bawah yang telah berkayu, dengan diameter minimal sama dengan entres
- Buat belahan pada batang bawah dengan cara membelah miring bagian kayu dari bagian atas batang menuju bagian bawah hingga setengah diameter batang yang akan digunakan untuk menyelipkan entres.
- Selipkan pangkal entres ke batang bawah yang telah dibelah
- Ikat batang yang telah diselipi entres dengan tali plastik ± 2 cm hingga menutupi seluruh bagian entres
- Pelihara entres hingga menyatu dengan batang sekitar 30 hari, letakkan di tempat teduh
- Setelah 30 hari, buka ikatan plastik
- Pelihara sambungan hingga bibit siap ditanam

Proses sambung samping pada bibit di *polybag* disajikan sebagai berikut :



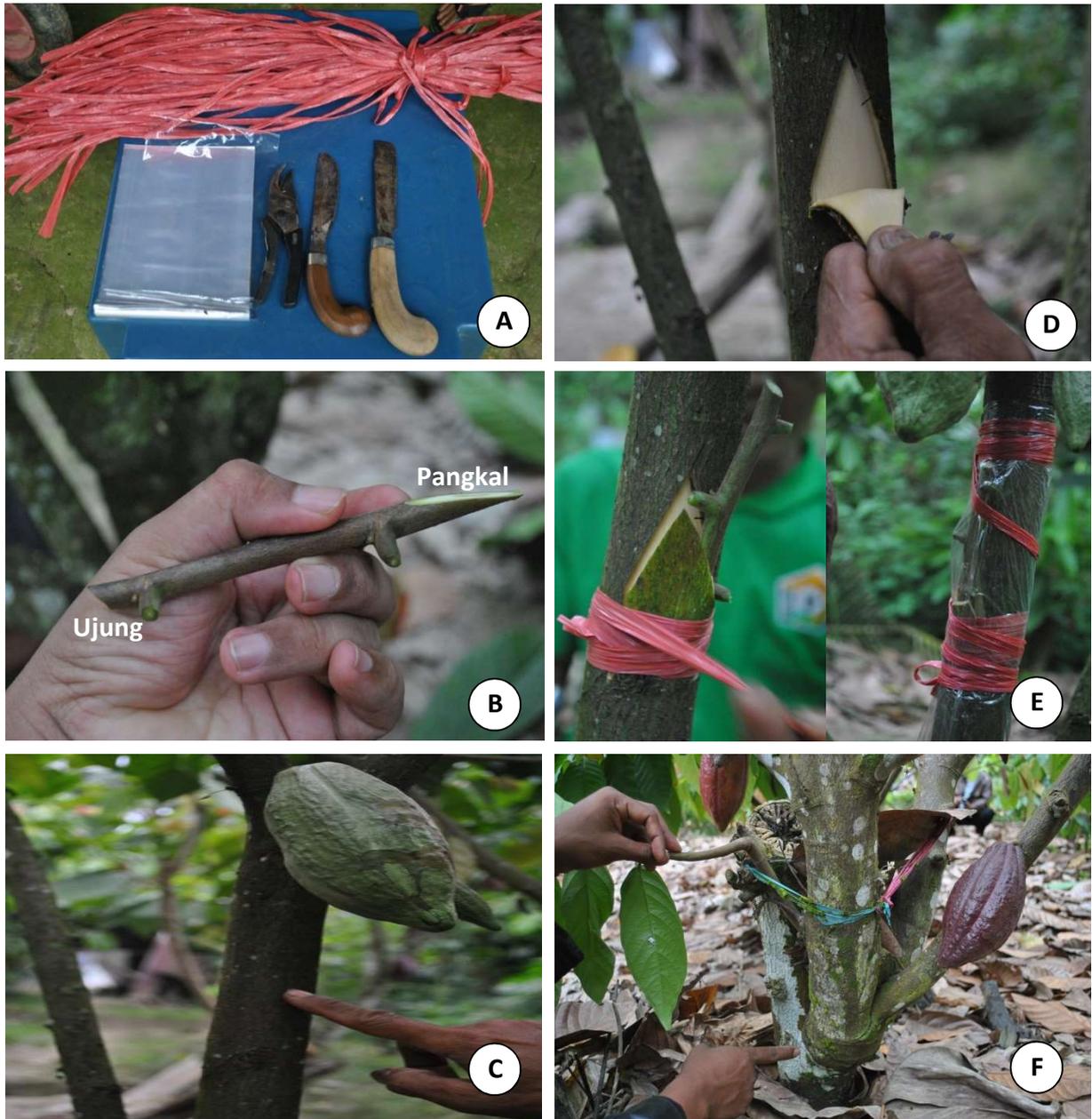
Gambar 65. Proses sambung samping bibit jambu

2.b Sambung samping pada pohon

- Siapkan bahan dan peralatan, antara lain : tali rafia, kantong plastik bening, gunting stek, dan pisau (Gambar A)
- Pilih entres dari kakao unggul, masih produktif, dan sehat dengan diameter ± 1 cm
- Potong entres, minimal memiliki tiga ruas dengan panjang ± 10 cm, potong pula bagian daun
- Dari entres yang telah dipotong tersebut, tandai ujung entres (bagian yang mendekati ujung cabang) dan pangkal entres (bagian yang mendekati pangkal cabang)
- Potong miring pangkal entres \pm sudut 30° , kemudian potong sedikit miring saja bagian ujung entres di mana posisi pemotongan ujung dan pangkal entres saling berlawanan (Gambar B)
- Entres yang memiliki jarak antar ruas lebih rapat lebih baik karena dalam satuan panjang entres akan lebih banyak terdapat mata tunas
- Tanaman kakao yang akan disambung harus dalam kondisi sehat yang ditunjukkan oleh kulit batang yang segar dan mudah disayat. Agar tanaman sehat, maka 1 minggu sebelum penyambungan dapat dipupuk dahulu dengan pupuk organik
- Tetapkan posisi batang yang akan disambung, yaitu berada satu garis dengan buah dan terletak $\pm 20 - 30$ cm di atas tanah (Gambar C)
- Lakukan penyayatan batang berbentuk "V" terbalik dengan lebar $\pm 3-4$ cm dan panjang 5 cm (Gambar D)
- Selipkan pangkal entres pada kulit batang yang telah disayat dengan posisi dimiringkan agar ruas tunas tidak tertutup kulit batang (Gambar E)
- Ikat batang yang telah diselipi entres dengan tali rafia selebar ± 3 cm, kemudian tutup seluruh bagian entres dengan plastik

- Lanjutan pengikatan hingga pangkal dan ujung entres yang telah dilapisi plastik terikat kuat sedemikian rupa sehingga air tidak bisa masuk (Gambar E)
- Pelihara entres hingga menyatu dengan batang
- Jika entres sudah keluar daun baru, plastik bisa dibuka
- Pelihara sambungan hingga kembali memproduksi buah (Gambar F)

Untuk lebih jelasnya proses sambung samping kakao dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 66. Alur teknik sambung samping kakao

3. Sambung Susu

Sambung susu merupakan teknik pembiitan vegetatif secara sambung dengan cara menyambung batang bawah yang merupakan bibit hasil pembibitan generatif dengan batang atas (yang merupakan salah satu cabang ortotrof/cabang ke atas pada pohon yang telah diketahui sifat unggulnya). Cara penyambungannya adalah sebagai berikut :

- Siapkan bahan dan peralatan, antara lain : tali rafia, kantong plastik bening, gunting stek, dan pisau
- Tetapkan pohon yang telah diketahui sifat unggulnya
- Pilih cabang ortotrof pada pohon yang memiliki ukuran sama dengan batang bawah yang akan disambungkan (Gambar A). Cabang ortotrof dapat dibentuk dengan cara memangkas bagian ujung percabangan pohon sehingga akan terangsang tunas-tunas baru yang tumbuh ke atas yang kelak akan menjadi cabang ortotrof
- Siapkan bibit batang bawah, hilangkan bagian atasnya dan buatlah bentuk runcing agar bisa diselipkan ke cabang ortotrof pada pohon (Gambar B)
- Buat sayatan dari bawah ke atas menembus bagian kayu (pertengahan diameter cabang) pada cabang ortotrof untuk dilakukan penyelipan batang bawah
- Selipkan batang bawah yang telah diruncingkan ke cabang ortotrof dari pohon yang telah disayat (Gambar C).
- Bungkus cabang bawah yang telah diselipkan tersebut dengan plastik elastis hingga menutupi seluruh bagian sambungan (Gambar D)
- Ikat bibit dengan tali rafia agar dapat menggantung di pohon, biarkan hingga proses penyabungan berhasil (Gambar E), dalam jumlah banyak bibit sambung susu dapat disangga menggunakan bambu.
- Jika proses penyambungan telah berhasil, maka potong pangkal cabang ortotrof sedemikian hingga yang tersisa hanyalah bagian cabang ortotrof yang telah tersambung dengan batang bawah (Gambar F).
- Pelihara bibit hingga siap tanam.

Untuk lebih jelasnya proses sambung susu pada tanaman lengkeng dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 67. Alur teknik pembibitan sambung susu

4. Sambung Kaki Ganda

Teknik sambung kaki ganda merupakan penyambungan dua buah bibit generatif dengan memanfaatkan dua sumber perakaran namun satu bibit disambungkan bagian batangnya ke bibit lainnya sehingga terbentuklah satu batang utama dengan dua sumber perakaran. Teknik ini efektif dilakukan pada jenis-jenis yang mengalami pertumbuhan lambat sehingga dengan “kaki ganda” (dua sumber perakaran) diharapkan dapat memacu pertumbuhan tanaman, teknik ini biasa dilakukan pada jenis tanaman manggis. Cara penyambungan kaki ganda disajikan secara sederhana sebagai berikut :



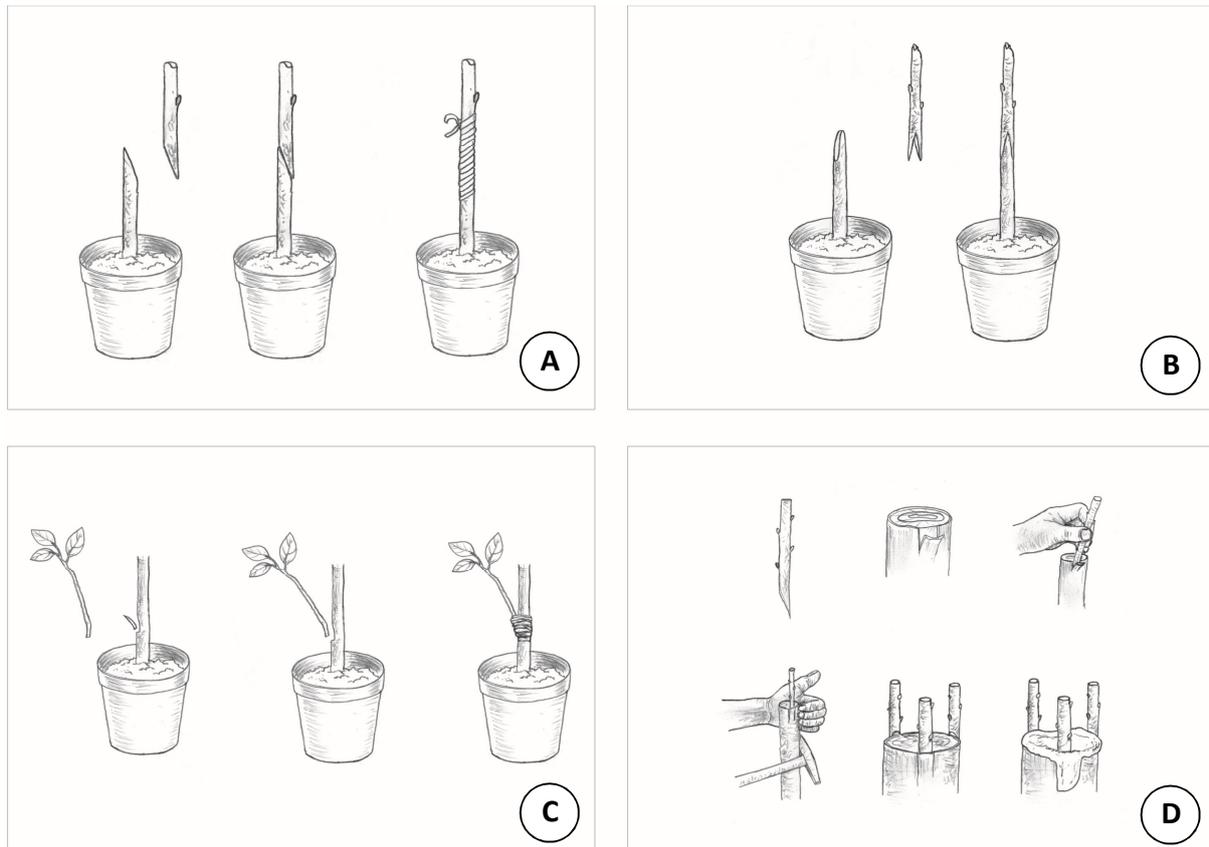
Gambar 68. Alur teknik pembibitan sambung kaki ganda pada manggis

Cara pembibitan sambung kaki ganda adalah sebagai berikut :

- Siapkan bibit generatif siap tanam yang ditanam dalam satu *polybag* besar (Gambar A)
- Pilih salah satu bibit yang akan disambungkan batangnya ke batang bibit yang lain. Bibit yang akan disambungkan selanjutnya di hilangkan bagian daunnya dan dipotong bagian ujungnya (gambar B)
- Pemotongan dilakukan sedemikian rupa agar nanti batang mudah disambungkan ke batang bibit satunya (Gambar C)
- Bibit yang sudah dipotong bagian ujungnya, selanjutnya diruncingkan agar mudah diselipkan ke batang bibit satunya (Gambar D)
- Sayat dari bawah ke atas hingga menembus bagian tengah batang bibit yang akan diselipi oleh batang bibit yang telah diruncingkan (Gambar E)
- Selipkan batang bibit yang telah diruncingkan ke batang bibit yang telah disayat sehingga menyatu antara kedua batang bibit tersebut (Gambar F)
- Bibit yang telah disambungkan kedua batangnya tersebut, lalu diikat dengan plastik elastik hingga menutupi seluruh sambungan (Gambar G)
- Letakkan bibit di bawah tempat teduh (paranet 65%) dan biarkan proses penyambungan berjalan (Gambar H)

- Jika batang sambungan sudah terlihat tanda-tanda tersambung (sekitar 1 bulan), maka plastik sambungan bisa dilepas
- Pelihara bibit sambungan hingga siap tanam dengan cara tetap melakukan penyiraman secara rutin.

Beberapa teknik sambung lainnya adalah : (1) Sambung sisi miring/*splice graft* (Gambar A), (2) Sambung bentuk pelana/*saddle graft* (Gambar B), (3) Sambung samping/*shide veneer graft* (Gambar C), (4) Sambung kulit/*bark graft* (Gambar D). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat gambar berikut:



Gambar 69. Berbagai teknik menyambung
(Gambar: Wahyu Gumelar, 2016)

C. Teknik Pembibitan Cangkok

Pengertian

Mencangkok adalah menguliti hingga bersih dan menghilangkan kambium pada cabang atau ranting sepanjang 5-10 cm. Tumbuhan dikotil yang dicangkok akan memiliki akar serabut, bukan akar tunggang. *Teks miring* Tumbuhan hasil cangkokan akan lebih cepat berbuah dibandingkan tumbuhan yang ditanam dari biji dan memiliki sifat yang sama dengan induknya. Akan tetapi, tumbuhan hasil cangkokan mudah roboh, karena sistem perakarannya adalah serabut, oleh karena itu berhati-hatilah ketika menanamnya dan umurnya lebih pendek dibandingkan tumbuhan yang ditanam dari biji.

Bahan dan Alat

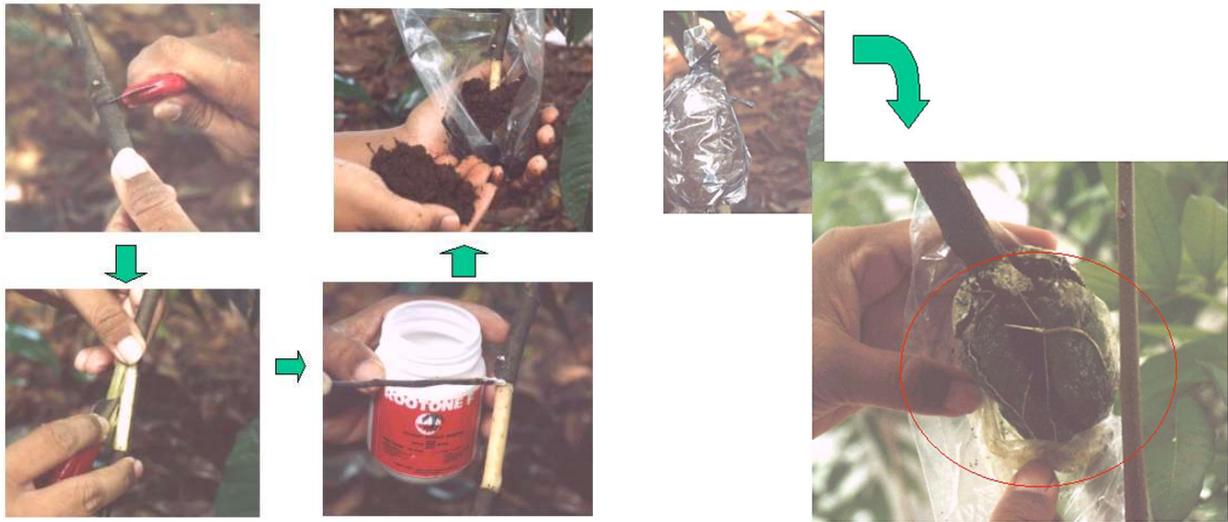
Bahan dan alat yang dibutuhkan antara lain : tali rafia, media tumbuh (kompos:tanah = 3:1), plastik/sabut kelapa, pisau, hormon perangsang akar.

Cara Mencangkok

Pada prinsipnya mencangkok dilakukan dengan membuang kulit cabang atau batang hingga ke lapisan cambium, kemudian pada bekas pengkupasannya ditutup dengan menggunakan media yang lembab yang ditutup rapat dengan plastik, misal sabut kelapa, gambut atau bahan lain yang tersedia. Primordia akar akan keluar dari batang yang dicangkok. Untuk merangsang pertumbuhan akar maka bekas kupasan dapat diolesi dengan hormone pertumbuhan seperti IAA, NAA, IBA.

Teknik mencangkok secara sederhana disajikan sebagai berikut:

- Tentukan pohon yang akan dicangkok dengan syarat antara lain pohon telah berbuah, memiliki sifat keunggulan yang diinginkan, dan sehat (bebas hama dan penyakit)
- Pilih cabang yang akan dicangkok
- Sayat kulit bagian cabang yang akan dicangkok dengan menggunakan pisau tajam (cutter). Penyayatan dilakukan di bawah ruas ke arah pangkal cabang dengan panjang sayatan ± 5 kali diameter cabang.
- Penyayatan kulit menghindari kerusakan jaringan pembuluh floem, sehingga saat menyayat kulit harus hati-hati tidak terlalu dalam, jangan sampai menyentuh bagian kayu
- Batang yang telah disayat akan nampak licin, oleh sebab itu secara perlahan keringkan batang yang licin tersebut dengan menggunakan kertas tisu atau dikerik dan biarkan selama 3 hari
- Siapkan media cangkok berupa campuran tanah: kompos = 3 : 1 atau komposisi media lainnya.
- Oleskan hormon perangsang akar disekitar batas ruas yang telah disayat dengan dosis tidak terlalu tinggi (encerkan serbuk hormon hingga bentuk pasta)
- Tutup batang cangkokan dengan media dan pembungkus cabang cangkokan dengan plastik, sabut kelapa, atau media penutup lainnya. Plastik pembungkus sebaiknya dibuat beberapa lubang untuk memudahkan proses pemeliharaan khususnya pemberian air ke media cangkok
- Pencangkokan sebaiknya dilakukan dimusim hujan sehingga kebutuhan air untuk media cangkok dapat dipenuhi secara alami.
- Biarkan cangkokan beberapa minggu dan amati pertumbuhan akarnya
- Jika telah terbentuk akar yang cukup banyak, maka batang yang dicangkok siap untuk dipotong
- Siapkan media dalam *polybag* lebih besar untuk menanam bibit cangkokan
- Potong cabang cangkokan dengan gergaji secara hati-hati
- Buka bungkus media cangkok secara hati-hati agar tidak merusak akar lalu tempatkan ke dalam media tumbuh bibit (campuran tanah : kompos : pasir = 3 : 1 : 1)
- Siram media secukupnya lalu tempatkan bibit cangkok di bawah tempat teduh/naungan agar mengurangi proses penguapan. Jika penguapan masih terjadi yang menyebabkan bibit layu, maka bungkus bibit dengan plastik atau masukkan bibit ke dalam sungkup hingga benar-benar dapat beradaptasi dengan lingkungan baru
- Jika telah tumbuh daun baru dan bibit terlihat segar, maka bibit cangkok dapat ditempatkan di lingkungan terbuka/naungan ringan dan biarkan hingga siap ditanam



Gambar 70. Alur pembibitan cangkok pada lengkung

Keterangan: (1) pemilihan batang dan awal penyayatan di bawah ruas, (2) sayatan sepanjang 5 x diameter cabang, (3) pengolesan hormone perangsang akar di sepanjang batas ruas yang telah disayat, (4) pembungkusan dengan media tumbuh, (5) masa pemeliharaan, (6) cangkokan siap dipanen

Pembibitan secara cangkok juga dapat menggunakan media kokopit, contoh proses mencangkok pada jambu biji dilakukan sebagai berikut:

- Pilih batang yang akan dicangkok
- Kupas kulitnya, sebaiknya kulit dikupas pada batas ruas ke bawah, panjang kuoasan sekitar 1,5 kali diameter cabang (Gambar A)
- Secara perlahan kerik bagian cabang yang telah dikupas (Gambar B)
- Biarkan bagian yang telah dikupas selama tiga hari (Gambar C)
- Siapkan media cangkok, dapat dibuat dari kokopit (serbuk sabut kelapa) yang diikat pada plastik ukuran 1/2 kg, kemudian belah plastik yang telah berisi kokopit tersebut (Gambar D)
- Letakkan media cangkok hingga menutupi bagian cabang yang telah disayat (Gambar E)
- Ikat media cangkok dengan tali rafia dan biarkan hingga akar cangkok mulai tumbuh
- Biarkan selama \pm 1 bulan, maka akar akan mulai muncul.
- Jika akar sudah mulai muncul, siapkan kembali media cangkok dengan ukuran volume yang lebih besar dari media cangkok pertama (plastik 1 kg). Belah media tersebut lalu gabungkan ke media cangkok pertama yang telah ditumbuhi akar. Biarkan selama 2 minggu hingga akar mulai menembus ke media cangkok kedua.
- Potong bagian cabang yang telah dicangkok dan siapkan media tumbuh di *polybag* (media dapat berupa campuran tanah : pupuk kandang : arang sekam = 2 : 1 : 1).
- Tanam bibit cangkok ke media tumbuh yang telah disiapkan dan pelihara hingga siap tanam.



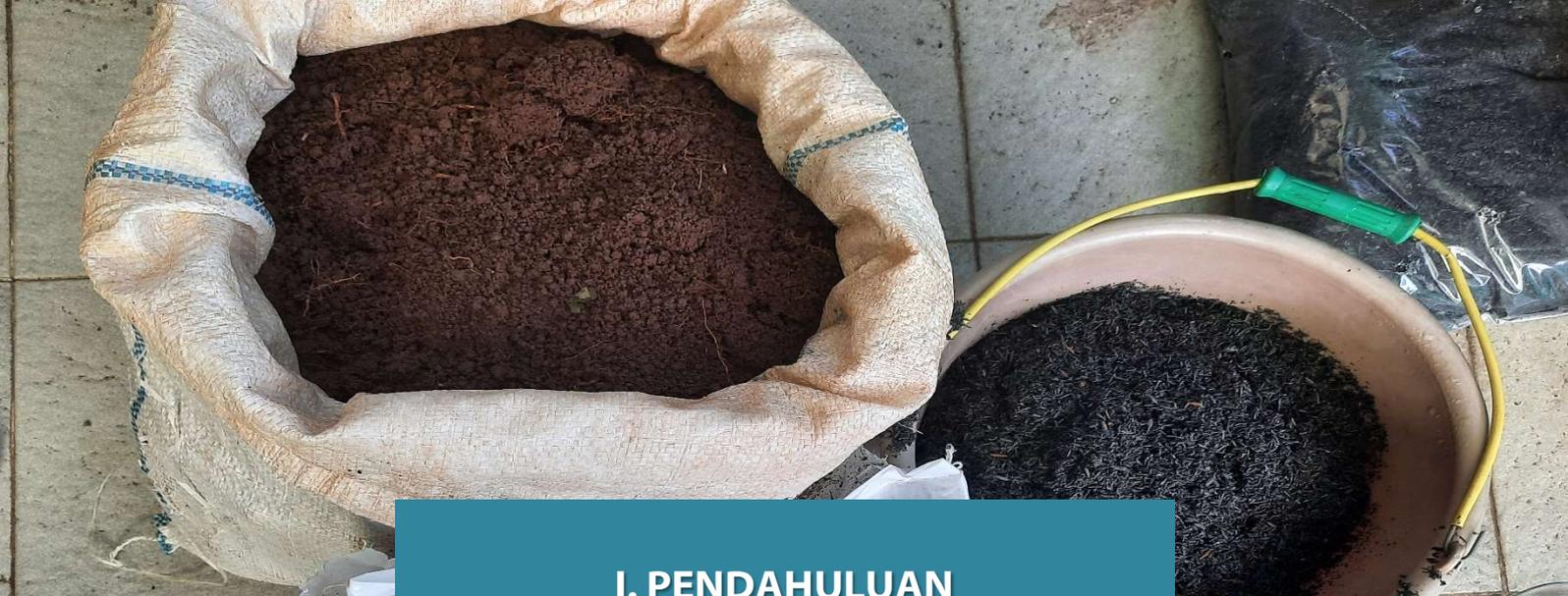
Gambar 71. Alur pembibitan cangkok pada jambu biji

DAFTAR PUSTAKA

- Irawan U.S., M. Gunawan Wibisono, dan Supriyanto. 1997. Pembiakan Vegetatif Stek Pucuk Beberapa Jenis Dipterocarpaceae di ADM Barito Utara, PT INHUTANI III. Laporan RUK Kerjasama. Dewan Riset Nasional, BIOTROP, PT INHUTANI III, dan Fakultas Kehutanan UGM. Bogor.
- Leppe, Daud dan WTM. Smith. 1988. Metoda Pembuatan dan Pemeliharaan Kebun Pangkas Dipterocarpaceae. Departemen Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Balai Penelitian Kehutanan Samarinda.
- Suganda, Gusti. 2015. Leaflet Teknik Pembibitan Lada Satu Ruas Berdaun Tunggal. Program TFCA Kalimantan.
- Supriyanto. 1997. Pengenalan Silvikultur Tanaman Hutan dan Teknik Pembibitan Tanaman Hutan. Makalah Pelatihan Manajemen Perbenihan dan Persemaian Tahun 1997 Tingkat Asper/ KBKPH dan Sederajat. Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Cianjur.



Pembuatan Pupuk dan Pestisida Organik



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Meningkatnya produksi tanaman antara lain dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara di dalam media tempat tumbuhnya serta kesehatan tanaman. Unsur hara yang diserap secara terus-menerus lambat laun akan habis sehingga berdampak pada penurunan produksi tanaman. Agar tetap tersedia, maka diperlukan penambahan unsur hara ke dalam media tumbuh tanaman tersebut yang antara lain dapat dilakukan dengan menambahkan pupuk. Di lain pihak, meskipun unsur hara tersedia cukup, jika tanaman tidak sehat maka proses penyerapan unsur hara pun menjadi tidak berjalan secara optimal.

Sejak dikenalnya pupuk kimia/anorganik, penggunaannya sebagai usaha untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman telah banyak diterapkan oleh para petani atau pembudidaya tanaman. Selain pengadaannya mudah karena banyak tersedia di toko-toko pertanian, jenis pupuk ini juga lebih praktis dalam penggunaannya.

Namun seiring berjalannya waktu, ternyata penggunaan pupuk buatan secara terus-menerus berdampak tidak baik terhadap kesuburan tanah. Tanah menjadi lebih padat dan masam yang menyebabkan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman justru semakin sulit diserap oleh akar tanaman. Akibatnya pemupukan bukan menyebabkan peningkatan produksi, justru sebaliknya semakin menurunnya produksi tanaman. Kondisi ini menyadarkan kita untuk mengatur penggunaan pupuk kimia agar tidak digunakan secara terus-menerus karena hal ini dapat menyebabkan kondisi tanah menjadi jenuh. Untuk itu perlu adanya keseimbangan antara penggunaan pupuk kimia dan pupuk organik.

Selain pupuk, kualitas dan produksi tanaman juga dipengaruhi oleh tingkat kesehatannya. Kesehatan tanaman terganggu disebabkan oleh dua penyebab utama, yaitu hama dan penyakit. Hama didefinisikan sebagai segala jenis binatang yang berpotensi merusak tumbuhan serta merugikan manusia dari aspek ekonomi, sedangkan penyakit sebuah kondisi yang mengakibatkan tanaman tidak bisa tumbuh dengan normal dikarenakan adanya gangguan pada organ tanaman yang disebabkan oleh: jamur, bakteri, virus, atau kondisi lingkungan. Sebagaimana seperti pupuk, maka pemenuhan pestisida kimia pun terkendala dengan harga yang relatif tinggi serta dampak neaktifnya bagi lingkungan maupun manusia. Oleh karena itu pemanfaatan pestisida organik menjadi alternatif yang perlu diaplikasikan.

Agar penggunaan pupuk dan pestisida organik dapat memberikan dampak secara optimal, maka perlu mengenal lebih jauh tentang pupuk dan pestisida organik, cara pembuatan, hingga aplikasinya di lapangan.

1.2. Tujuan

Manual ini bertujuan untuk memberi pemahaman tentang pupuk dan pestisida organik yang meliputi definisi, cara pembuatan, dan aplikasinya di lapangan.



II. MENGENAL PUPUK ORGANIK

2.1. Definisi Pupuk Organik

Menurut Wikipedia pengertian pupuk organik adalah pupuk yang tersusun dari materi makhluk hidup, misalnya pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik mengandung banyak bahan organik daripada kadar haranya. Sumber bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (sampah).

2.2. Macam Pupuk Organik dan Cara Pembuatannya

Berdasarkan bentuknya maka pupuk organik dibedakan menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Berbagai limbah dari makhluk hidup pada dasarnya dapat dibuat pupuk organik, oleh sebab itu dalam membuat pupuk organik kita jangan tergantung pada satu macam jenis limbah yang tersedia saja (misalnya ketergantungan pada limbah jerami).

2.2.1. Pupuk Organik Padat

a. Pupuk kandang

Pupuk kandang merupakan pupuk padat yang berasal dari kotoran hewan, misalnya kotoran kambing, sapi, domba, ayam, dll. Pupuk kandang telah siap digunakan jika menunjukkan ciri-ciri: dingin, remah, wujud aslinya tidak tampak, dan baunya telah berkurang. Penggunaan pupuk kandang yang belum masak dapat menghambat pertumbuhan tanaman hingga mematikan tanaman, salah satu penyebabnya masih memiliki rasio C/N tinggi. Pada kondisi rasio C/N tinggi, pasukan mikroba menggunakan nitrogen yang tersedia untuk menguraikan kotoran tersebut sehingga tanaman kekurangan nitrogen, akibatnya tanaman terhambat pertumbuhannya. Agar pupuk kandang memiliki C/N rendah harus dikomposkan dahulu. Jenis pupuk kandang yang perlu dikomposkan dahulu sebelum digunakan antara lain: kotoran sapi, kerbau, kambing, kuda, dll. Pupuk kandang terdiri dari dua macam, yaitu:

1. *Pupuk dingin* adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan secara perlahan oleh mikroorganisme sehingga tidak menimbulkan panas, contohnya pupuk yang berasal dari kotoran sapi, kerbau, dan babi.
2. *Pupuk panas* adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan mikroorganisme secara cepat sehingga menimbulkan panas, contohnya pupuk yang berasal dari kotoran kambing, kuda, dan ayam. Pupuk kandang bermanfaat untuk menyediakan unsur hara makro dan mikro dan mempunyai daya ikat ion yang tinggi sehingga akan mengefektifkan bahan-bahan anorganik di dalam tanah, termasuk pupuk anorganik. Selain itu, pupuk kandang bisa memperbaiki struktur tanah, sehingga pertumbuhan tanaman bisa optimal. Pupuk kandang yang telah siap diaplikasikan memiliki ciri dingin, remah, wujud aslinya tidak tampak, dan baunya telah berkurang. Jika belum memiliki ciri-ciri tersebut, pupuk kandang belum siap digunakan. Penggunaan pupuk yang belum matang akan menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan bisa mematikan tanaman. Penggunaan pupuk kandang yang baik adalah dengan cara dibenamkan, sehingga penguapan unsur hara akibat proses kimia dalam tanah dapat dikurangi. Penggunaan pupuk kandang yang berbentuk cair paling baik dilakukan setelah tanaman tumbuh, sehingga unsur hara yang terdapat dalam pupuk kandang cair ini akan cepat diserap oleh tanaman.

Pupuk kandang dapat berbentuk padat maupun cair (urin). Pupuk kandang bentuk cair mengandung banyak nitrogen, sedangkan pupuk kandang padat mengandung unsur makro (fosfor, nitrogen, dan kalium) maupun unsur mikro (kalsium, magnesium, belerang, natrium, besi, tembaga, dan molibdenum).

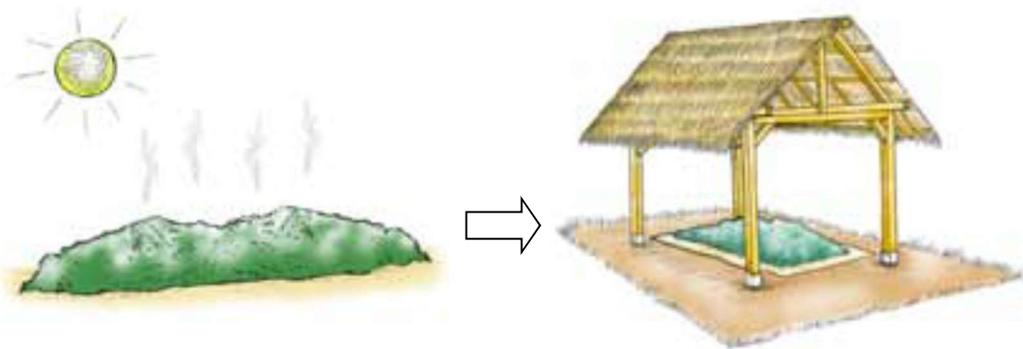
Tabel 9. Sifat beberapa jenis pupuk kandang disajikan sebagai berikut:

No	Jenis Pupuk Kandang	Keterangan
1	Kotoran ayam	Kandungan fosfor tinggi, kadar air rendah, penguraian mudah sehingga pengomposan tidak perlu lama, bisa digunakan untuk pertanian sayuran maupun penghasil buah seperti kentang.
2	Kotoran kambing	Kandungan kalium tinggi, kadar air rendah, berbentuk butiran keras sehingga perlu dikomposkan dahulu sebelum digunakan. Cocok untuk tanaman penghasil buah (jagung, kedelai, kentang, cabe, dll.).
3	Kotoran sapi	Kandungan nitrogen tinggi, tetapi kalium rendah, kadar air tinggi. Perlu dikomposkan dahulu sebelum digunakan. Cocok untuk tanaman sayuran tetapi tidak cocok untuk tanaman pertanian penghasil buah seperti cabe, kentang, padi.
4	Kotoran babi	Cukup mengandung fosfor, tetapi Magnesium rendah. Perlu dikomposkan dahulu, kadar air tinggi. Penggunaannya perlu dicampur dengan pupuk kandang ayam atau kambing, penggunaan terpisah menghasilkan pertumbuhan sayuran kurang baik.
5	Kotoran kuda	Banyak mengandung magnesium, perlu dikomposkan dahulu.

Cara membuat pupuk kandang:

1. Cara Terbuka

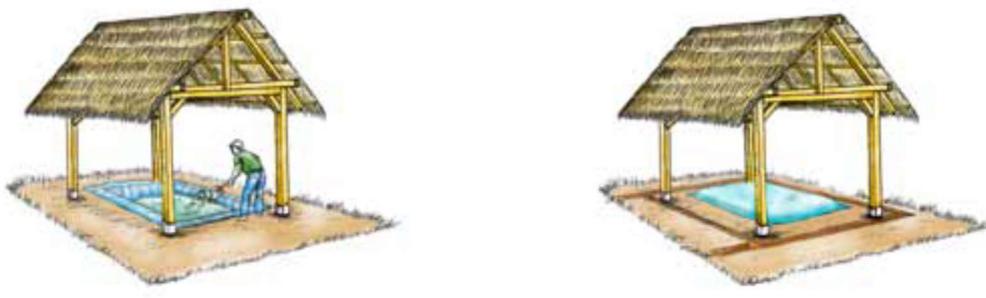
- ✓ Cara ini menghasilkan bau yang tidak sedap.
- ✓ Kotoran disebar/ditimbun di atas permukaan tanah dan dijemur 2 – 3 hari, penjemuran bisa dilakukan di atas pasir.
- ✓ Pindahkan ke tempat beratap dan biarkan selama 2 minggu. Tempat lebih tinggi agar tidak tergenang air dan tidak diberi dinding agar sirkulasi udara baik.
- ✓ Jika pupuk kandang sudah tidak berbau, remah, dingin, maka siap digunakan atau dikemas.



Gambar 72. Pembuatan pupuk kandang cara terbuka

2. Cara Tertutup

- ✓ Cara ini tidak menimbulkan bau.
- ✓ Buat lubang, dinding dilapisi plastik untuk menghindari rembesan air, alas lubang dibiarkan dalam bentuk tanah dan jangan disemen agar air kotororan bisa merembes
- ✓ Masukkan kotoran dalam lubang, jangan terlalu penuh.
- ✓ Tebarkan kapur tohor halus secara merata.
- ✓ Timbun dengan tanah.
- ✓ Buat parit kecil di sekeliling timbunan agar tidak terjadi genangan air.
- ✓ Biarkan 2-3 bulan hingga pupuk kandang matang.



Gambar 73. Pembuatan pupuk kandang cara tertutup

b. Kompos

Kompos merupakan pupuk padat sebagai produk akhir dari proses penguraian limbah tanaman atau hewan dengan bantuan pasukan mikroba yang bekerja pada suhu tertentu. Pembuatannya dapat dilakukan baik dengan bantuan oksigen (aerobik) maupun tanpa oksigen (anaerobik), hasil kedua cara ini sama. Keberhasilan membuat kompos sangat tergantung peran pasukan mikroba pengurai dan lingkungan yang sesuai agar pasukan mikroba bisa bekerja dengan baik.

Bahan untuk membuat kompos diambil dari sampah organik, yaitu: (a) **sampah organik cokelat** (daun kering, rumput kering, serbuk gergaji, serutan kayu, sekam, jerami, kulit jagung, kertas yang tidak mengkilat, tangkai sayuran) dan (b) **sampah organik hijau** (sayuran, buah-buahan, potongan rumput segar, daun segar, sampah dapur, ampas teh/kopi, kulit telur, pupuk kandang).

Kompos memiliki beberapa manfaat, yaitu:

- *Memberikan nutrisi bagi tanaman.*
Kompos yang sudah jadi atau siap digunakan untuk memupuk tanaman, mengandung sebagian besar *unsur hara makro primer* (dibutuhkan dalam jumlah banyak seperti nitrogen, fosfor, dan kalium), *unsur hara makro sekunder* (dibutuhkan dalam jumlah sedang seperti belerang, kalsium, dan magnesium), dan unsur hara mikro (dibutuhkan dalam jumlah sedikit seperti besi, tembaga, seng, klor, boron, mangan, dan molibdenum).
- *Memperbaiki struktur tanah.*
Kompos menyebabkan tanah remah sehingga aliran udara dan air dapat masuk dengan baik ke dalam tanah. Kehadiran kompos dalam tanah juga menjadi daya tarik pasukan mikroba untuk melakukan aktivitas di dalam tanah sehingga tanah menjadi gembur akibat aktivitas tersebut.
- *Meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK).*
KTK merupakan sifat kimia yang berkaitan erat dengan kesuburan tanah. Tanah yang memiliki KTK tinggi lebih mampu menyediakan unsur hara daripada KTK rendah. Tanah yang mengandung bahan organik tinggi akan memiliki KTK lebih tinggi. Dengan demikian kehadiran kompos dapat meningkatkan KTK.
- *Meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air.*
Tanah memiliki pori-pori yang tidak terisi bahan padat, di mana bagaian tersebut akan diisi air dan udara. Tanah yang bercampur dengan kompos mempunyai daya rekat yang lebih baik sehingga mampu mengikat serta menahan ketersediaan air di dalam tanah.
- *Meningkatkan aktivitas biologi tanah.*
Kompos berisi pasukan mikroba yang menguntungkan tanaman. Keberadaan kompos menyebabkan kondisi tanah menjadi sejuk dan tidak terlalu lembab sehingga disukai oleh cacing. Cacing akan menghasilkan kotoran berupa *pupuk kascing* yang sangat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman.
- *Meningkatkan pH pada tanah masam*
Unsur hara akan lebih mudah diserap oleh tanaman pada pH netral yaitu 7. Pada pH rendah/tanah masam unsur fosfor akan diikat oleh aluminium (ion Al), sedangkan pada pH tinggi/tanah basa unsur fosfor akan diikat oleh kalsium (ion Ca). Pada tanah masam juga ketersediaan oksigen menjadi rendah sehingga kerja bakteri areob dalam menguraikan bahan organik dalam tanah menjadi terganggu,

akibatnya tanah menjadi tidak subur. Peningkatan pH tanah dapat dilakukan dengan cara penambahan kompos atau pengapuran.

- Tidak berdampak negatif terhadap lingkungan.

Pemberian pupuk kimia diketahui dapat meracuni tanah, air, dan produk yang dihasilkan, adapun kompos tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

Kompos dapat dibuat dari bahan-bahan organik seperti sampah organik, yaitu: (a) **sampah organik cokelat** (daun kering, rumput kering, serbuk gergaji, serutan kayu, sekam, jerami, kulit jagung, kertas yang tidak mengkilat, tangkai sayuran) dan (b) **sampah organik hijau** (sayuran, buah-buahan, potongan rumput segar, daun segar, sampah dapur, ampas teh/kopi, kulit telur, pupuk kandang). Kompos tersebut dapat dibuat melalui dua cara, yaitu secara tertutup (*anaerobik*) dan secara terbuka (*aerobik*). Perbedaan pengomposan secara *aerob* dan *anaerob* dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 10. Perbedaan pengomposan secara *aerob* dan *anaerob*

No	Deskripsi	Aerobik (Terbuka)	Anaerobik (Tertutup)
1	Jenis limbah organik	Tidak mengandung limbah yang mengandung protein hewan (daging, darah, dll.)	Semua limbah organik dapat digunakan
2	Rasio C/N bahan	25 : 1 hingga 30 : 1	Semakin tinggi C/N rasio, semakin cepat perombakan bahan organik, buangnya (<i>sludge</i>) akan mempunyai nitrogen tinggi
3	Kadar air	40-50%	Di atas 50%
4	Suhu	45-65°C	55-60°C
5	Ukuran bahan	Potongan kecil (1-7,5 cm)	Lumat seperti bubur
6	Lama proses	40-55 hari	3-6 bulan
7	Aroma	Tidak berbau	Berbau
8	Pengisian bahan baku saat pengomposan	Tidak dapat dilakukan	Dapat dilakukan sewaktu-waktu
9	Penyusutan	50%	70%
10	Hasil akhir	Seperti tanah berwarna hitam kecokelatan dan gembur	Berbentuk lumpur pekat, hitam kecokelatan

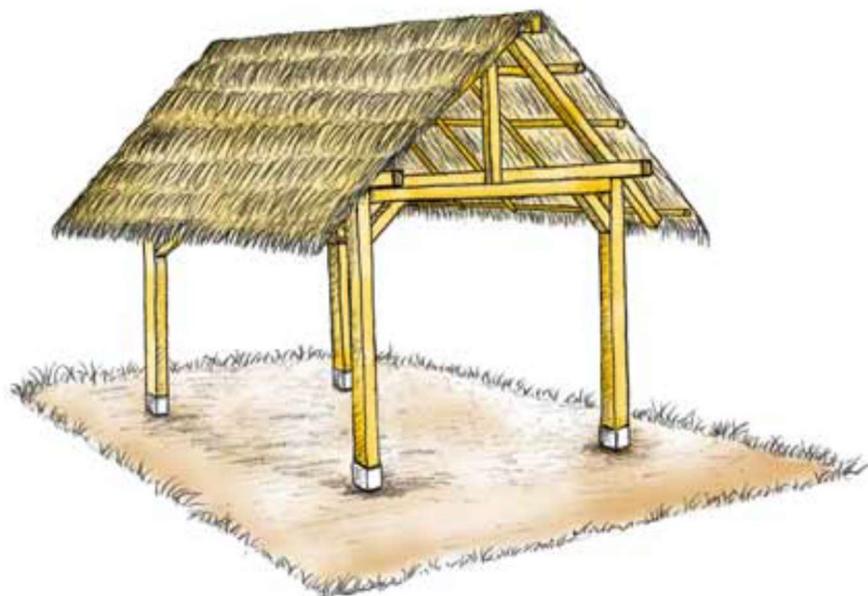
11	Pemberian kapur	Tidak perlu karena kontrol pH dapat dilakukan dengan pembalikan tanah dan penyiraman	Perlu pada tahap awal sebagai penyangga
12	Pengadukan	Perlu, untuk mengontrol suhu dengan cara membalikkan bahan	Perlu alat mekanis untuk mengaduk

b.1. Kompos Terbuka/*Areobik*

Pengomposan *areobik* adalah pengomposan dengan kondisi terbuka, di mana udara bebas bersentuhan langsung dengan bahan kompos. Faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan pengomposan *aerobik* adalah : (i) *Rasio C/N* (25 : 1 sampai 30 : 1), (ii) *Volume bahan* (tumpukan bahan yang lebih banyak akan mempercepat pengomposan, namun pengontrolan suhu dan kelembabab makin sulit), (iii) *Ukuran bahan* (semakin kecil ukuran bahan, pengomposan semakin cepat), (iv) *Kadar air* (dipertahankan 40-50%, yaitu bahan dapat dikepal tanpa meneteskan air), (v) *Suhu* (45-65°C, jika suhu terlalu rendah maka perlu ditambah air karena kurang lembab, sebaliknya jika suhu terlalu tinggi maka bahan perlu dibalik), (vi) *Derajat keasaman/pH* (pH netral atau 6-8), (vii) *Aerasi* (udara mutlak diperlukan). Secara ringkas alur pembuatan kompos *aerobik* adalah sebagai berikut:

Penentuan Lokasi Pengomposan

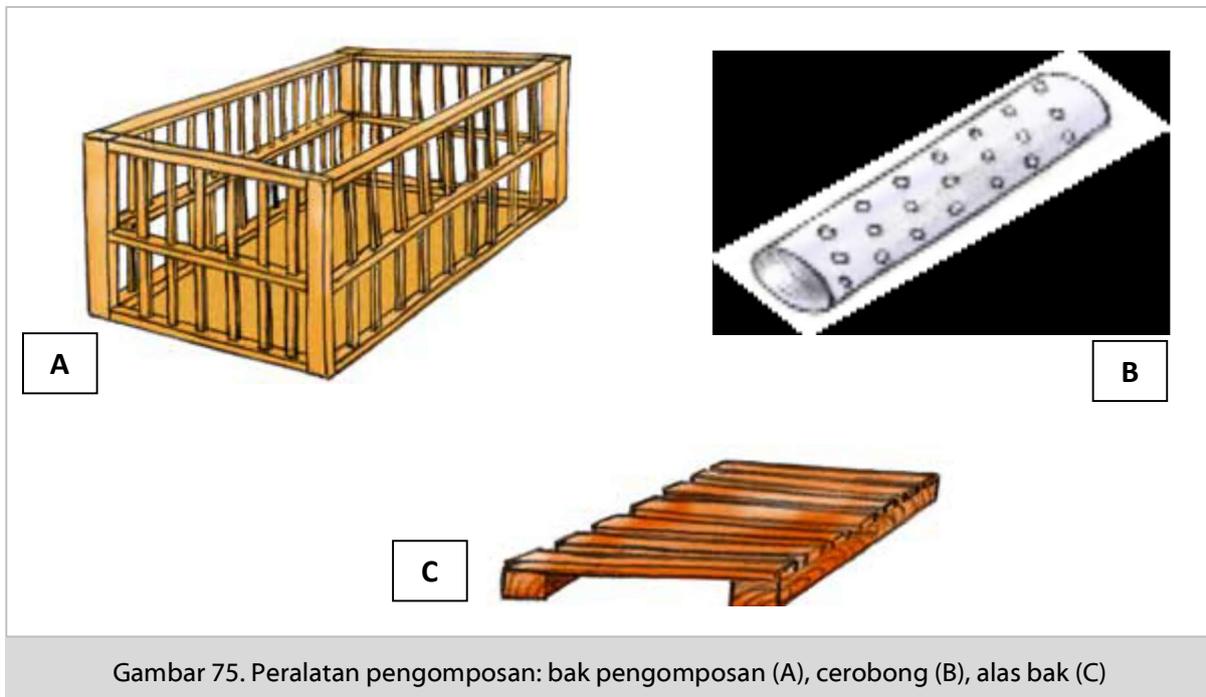
Persyaratan tempat pengomposan *aerobik* antara lain : terlindung dari sinar matahari dan hujan secara langsung, sirkulasi udara baik, drainase baik. Tempat pengomposan sebaiknya diberi atap, terletak di tempat yang terbuka, letak rumah pengomposan lebih tinggi agar drainase baik.



Gambar 74. Model rumah pengomposan

Persiapan Peralatan

Peralatan yang perlu disiapkan adalah bak pengomposan, cerobong (pipa hawa), alas (punggung), tutup, tempat pengumpulan sampah, sekop, cangkul garu, ayakan.



Pemilahan dan Seleksi Bahan

Pemilahan dan seleksi bahan perlu dilakukan sebelum proses pengomposan mengingat beberapa bahan organik mengandung resiko penyakit, benih gulma, menarik perhatian tikus, menyebabkan bau busuk, dll. Beberapa bahan yang bisa atau tidak bisa digunakan untuk dikomposkan secara *aerobik* adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang bisa digunakan, antara lain: minuman/air buangan dapur yang tidak mengandung sabun, kardus, kertas karton, ampas kopi, batang dan tingkol jagung, kulit telur, rambut, kotoran (kuda, sapi, kerbau, kambing, ayam, babi), kertas koran, daun, serbuk gergaji kayu alami, buah cemara,
2. Bahan yang hati-hati dalam penggunaannya dan beberapa sebaiknya dikomposkan dahulu, antara lain: abu kayu alami (jumlah besar menyebabkan peningkatan pH sehingga pengomposan terganggu), kotoran burung, tanaman terserang penyakit (4 hari pertama suhu kompos harus tinggi), susu, keju, yoghurt (letakkan ditumpukan paling bawah pada pengomposan/secara *anaerobik*), rumput liar, akar rumput.
3. Bahan yang tidak bisa digunakan, antara lain: kotoran kucing, kotoran anjing, sisa ikan, daging, lemak, minyak, tulang.

Pengaturan Ukuran Bahan

Sebelum dilakukan pengomposan sebaiknya bahan dipotong-potong dengan ukuran 1 – 7,5 cm.



Gambar 76. pemotongan/pencacahan bahan sebelum pengomposan

Penumpukan dalam Bak Pengomposan

Penumpukan bahan kompos dapat dilakukan secara langsung tanpa bak pengomposan, penggunaan bak pengomposan bertujuan agar bahan-bahan dapat tertata rapi. Bak dapat dibuat dari balok kayu atau bambu dengan ukuran sesuai kebutuhan, contohnya ukuran tinggi 1 m, lebar 1 m, dan panjang 1,5 m. Cara penumpukannya adalah sebagai berikut:

- Letakkan bak pengomposan di atas alas (punggung, dek aerasi).
- Masukkan bahan-bahan kompos hingga tinggi $\frac{1}{2}$ bagian bak.
- Setiap ketinggian 30 cm, siramkan air. Penyiraman dapat juga dilakukan dengan mencampur MOL (pasukan mikroba yang telah dicampurkan ke air).
- Letakkan cerobong hawa di atas tumpukan bahan kompos yang telah mencapai ketinggian $\frac{1}{2}$ bak dengan posisi tidur (ukuran 140 cm, diameter 10 cm). Cerobong hawa juga dapat diletakkan dengan posisi berdiri.
- Tambahkan kembali bahan kompos di atas cerobong hawa posisi tidur hingga memenuhi bak pengomposan.
- Lakukan juga penyiraman air setiap ketinggian 30 cm.
- Penumpukan bahan kompos jangan terlalu tipis karena akan cepat kering, namun juga jangan terlalu padat karena akan menghambat peregerakan udara.



Gambar 77. Posisi tumpukan bahan pada saat proses pengomposan

Perlakuan Selama Proses Pengomposan

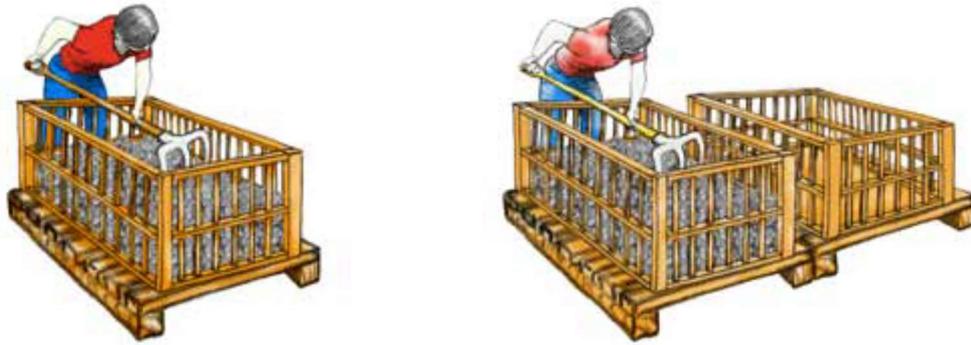
Beberapa perlakuan selama proses pengomposan adalah:

- Pembasmian patogen: hal ini melalui pengaturan suhu kompos. Umumnya suhu kompos akan naik menjadi 65°C setelah 1 hari pengomposan. Kondisi ini tetap dibiarkan hingga 4 hari. Cara ini dapat membunuh mikroba merugikan.
- Pemeliharaan suhu dan kelembaban: selama 30-40 hari suhu dan kelembaban harus selalu dijaga. Suhu yang baik adalah 45-65°C dan kelembaban yang baik 40-50%. Setelah 4 hari dari pengomposan, perlu dilakukan penurunan suhu jika terlalu tinggi dengan cara membolak-balik kompos. Selanjutnya pemeliharaan dilakukan setiap 3 hari.

Bahan akan menjadi kompos setelah 30-40 hari dan akan berubah warna menjadi coklat tua dan kehitaman dengan volume menyusut hingga 50%.



Gambar 78. Teknik pengecekan kelembaban kompos : kayu ditusukkan ke dalam tumpukan (A), bagian kayu yang tampak basah dan kering (B).



Gambar 79. Teknik menurunkan suhu pada proses pengomposan: pembalikan bahan pada 1 bak (A) atau pemindahan bahan pada dua bak (B)

Pengayakan

Pengayakan bertujuan untuk mendapatkan ukuran butiran kompos yang seragam, lubang ayakan dapat berukuran 1 mm x 1 mm hingga 5 mm x 5 mm. Kompos yang telah diayak selanjutnya dapat diletakkan pada kantong kemasan berbagai ukuran.



Gambar 80. Proses pengayakan kompos

Jadi, kesimpulannya cara pembuatan kompos *aerobik* adalah sebagai berikut:

- Cara ini membutuhkan oksigen.
- Tempat pengomposan diberi atap agar terlindung dari sinar matahari dan hujan, serta berdrainase baik.
- Menyiapkan bak pengomposan, dapat dibuat dari apa saja asal jangan logam. Bak dibuat agar oksigen dapat masuk dan air tidak tergenang. Bak dapat dibuat dari kayu dengan dinding belahan bambu. Bak berukuran panjang 150 cm, lebar 100 cm, dan tinggi 100 cm.
- Menyiapkan cerobong pipa untuk memberi kesempatan oksigen dapat tetap masuk ke bagian tengah kompos, dibuat dari paralon 4 inch panjang 150 cm yang telah dilubangi ukuran kecil dan banyak.
- Menyiapkan alat panggung tinggi 10 cm untuk alas bak pengomposan.
- Menyiapkan tutup kompos terbuat dari anyaman bambu.

- Siapkan limbah yang akan dikomposkan, atur agar perbandingan karbon dan nitrogen antara 25:1 hingga 30:1.
- Bahan dipotong-potong berukuran 1 – 7,5 cm.
- Letakkan bak kompos di atas alat panggung, kemudian masukkan bahan-bahan hingga memenuhi ½ tinggi bak kompos.
- Letakkan cerobong hawa pada posisi tidur ataupun berdiri.
- Setiap ketebalan tumpukan 30 cm siram dengan air yang sudah mengandung MOL.
- Kelembaban bahan diatur agar sesuai, yaitu bahan dapat dikepal pada saat digenggam.
- Cek suhu tumpukan bahan dengan termometer, jika suhu < 45°C maka bahan perlu disiram air lagi, jika suhu > 65°C maka bahan perlu dibolak balik. Biarkan proses pengomposan berlangsung.

b.2. Kompos Tertutup/*Anaerobik*

Pembuatan kompos *anaerobik* dilakukan pada tempat tertutup tanpa bantuan udara/oksigen, sehingga dalam proses pembuatannya memerlukan bangunan khusus yang tertutup rapat. Hal ini disebabkan pasukan mikroba yang bekerja pada pembentukan kompos *anaerobik* tidak memerlukan oksigen. Proses pembuatan kompos jenis ini pada prinsipnya tidak berbeda dengan pembuatan biogas atau *septic tank*. Tahap pembentukan kompos oleh bakteri *anaerob* disajikan pada gambar berikut:



Gambar 81. Tiga tahap pembentukan kompos oleh bakteri *anaerob*

Pengomposan *anaerobik* dapat dilakukan beberapa cara, yaitu: (i) Tipe *Trench* (model parit), (ii) Bantuan EM4, (iii) Penggunaan drum bekas.

b.2.1. Tipe *Trench* (Model Parit)

Pengomposan model ini dilakukan dengan cara menggali lubang berbentuk parit, secara ringkas dijelaskan sebagai berikut:

- Siapkan tiga lubang pengomposan, yaitu L1, L2, dan L3. Jarak antar lubang dapat disesuaikan dengan jenis tanamannya.
- Pengomposan di Lubang 1 (L1) pada Tahun I.
 - Buat lubang pengomposan (L1) ukuran 1 m x 1 m x 1 m.
 - Beri alas lubang dengan plastik, terpal, atau lantai semen (tujuannya agar zat asam yang dihasilkan tidak mencemari tanah atau air tanah).
 - Masukkan bahan organik ke dalam lubang L1 dengan ketebalan 0,5 – 1 m
 - Setelah tertumpuk, bagian atas bahan organik dilapisi tanah hasil galian.
 - Biarkan selama 6 bulan.
- Pengomposan di Lubang 2 (L2) pada Tahun II
 - Letak pengomposan berpindah ke lokasi L2 dengan proses pengerjaan yang sama seperti pada L1.
 - Kompos di Lokasi L1 sudah matang sehingga dapat dipanen setelah 6-12 bulan.
- Pengomposan di Lubang 3 (L3) pada Tahun III
 - Letak pengomposan berpindah ke lokasi L3 dengan proses pengerjaan yang sama seperti pada L2.
 - Kompos di Lokasi L2 sudah matang sehingga dapat dipanen setelah 6-12 bulan.

Demikian seterusnya dilakukan proses seperti ini secara bergantian setiap tahun.

Secara umum, untuk membantu mempercepat proses pengomposan juga dapat ditambahkan mikroorganisme bermanfaat seperti cendawan *Trichoderma* sp maupun bakteri *Azotobacter* sp, *Aspergillus* sp, dan *Azospirillum* sp.

Contoh pembuatan kompos kulit kakao

Bahan yang diperlukan:

1. Limbah kulit kakao 600 kg
2. Arang sekam 200 kg
3. Kotoran kambing 200 kg (atau kotoran sapi)
4. Kapur dolomit/kapur pertanian 50 kg
5. Dedak 5 kg
6. EM 4 atau bahan komposter lainnya 1 ltr
7. Air secukupnya

Alat-alat yang diperlukan:

1. Mesin pencacah kulit kakao
2. Arco sorong
3. Cangkul
4. Sekop
5. Gembor
6. Terpal
7. Karung atau plastik kemas

Cara Pembuatan:

- Siapkan limbah kulit kakao dan masukkan ke dalam mesin pencacah. Cacah limbah kulit kakao di dalam mesin pencacah sampai hancur. Kemudian setelah kulit kakao dicacah tahap berikutnya adalah masuk ke proses pencampuran ke dalam bahan-bahan lain yang sudah disediakan



Gambar 82. Proses limbah kulit kakao dimasukan kedalam mesin pencacah

- Angkut limbah kulit kakao yang telah dicacah dengan menggunakan gerobak sorong ke tempat pencampuran. Di dalam tahap pencampuran ini, yang dilakukan adalah meratakan limbah kulit kakao yang telah dicacah tersebut pada bagian bawah, dan kemudian meratakan kotoran kambing pada lapisan atasnya, kemudian meratakan arang sekam pada lapisan atas dari kotoran kambing. Pada lapisan paling atas, taburkan kapur dolomit, dedak. Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah mencampurkan semua bahan dengan menggunakan sekop dan cangkul sampai tercampur dengan baik dan merata. Setelah proses pengadukan/pencampuran, siram campuran tersebut dengan air yang sudah dicampur EM 4 dengan menggunakan gembor. Kemudian bahan-bahan yang sudah tercampur semuanya disiram dengan air sampai kondisi campuran kompos tersebut kondisinya lembab.



Gambar 83. Pencampuran kompos

- Menutup semua campuran bahan kompos dengan menggunakan terpal selama satu bulan. Dalam satu bulan proses pengomposan tersebut, dilakukan pengadukan dari semua campuran bahan kompos tersebut setiap 10 hari sekali.

- Tahapan terakhir dari pembuatan kompos adalah pengemasan. Kompos yang telah jadi, mempunyai karakteristik kering dan sudah tidak berbau kulit kakao lagi, maka siap untuk dikemas. Pengemasan kompos dapat menggunakan karung atau plastik sesuai kebutuhan.



Gambar 84. Pengemasan Kompos

c. Bokashi

Bokashi merupakan pupuk kompos padat melalui proses pengomposan secara *anaerobik* (tertutup) yang dihasilkan dari proses fermentasi dari bahan organik dengan menambahkan EM4 (*Effective Microorganism 4*). EM4 pertama kali ditemukan oleh Prof. Teruo higa, di mana cairan EM4 berbau sedap dengan pH < 3,5, jika pH cairan EM4 melebihi 4, maka tidak bisa digunakan. Cairan EM4 mengandung pasukan mikroba dari beberapa jenis jamur dan bakteri, yaitu: bakteri *Azotobacter sp*, *Lactobacillus sp*, ragi, bakteri fotosintetik, *Actinomyces*, dan jamur pengurai. Peran masing-masing jenis mikroba disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 11. Jenis dan peran pasukan mikroba penyusun EM4

No	Jenis Mikroba	Perannya dalam EM4
1	Bakteri fotosintesis	<ul style="list-style-type: none"> • Pembentuk zat-zat bermanfaat dari sekresi akar tumbuhan (asam amino, asam nukleik, zat bioaktif, dan gula) • Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme lainnya
2	Bakteri asam laktat	<ul style="list-style-type: none"> • Menghasilkan asam laktat • Menekan pertumbuhan mikroba merugikan seperti jamur <i>Fusarium</i> • Dapat menghancurkan bahan organik seperti ligin dan selulosa
3	Ragi	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar • Memanfaatkan asam amino dan gula hasil bakteri fotosintetis untuk membentuk zat antibakteri yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman
4	<i>Actinomyces</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menhasilkan antimikroba • Menekan pertumbuhan jamur dan bakteri
5	Jamur fermentasi	<ul style="list-style-type: none"> • Menguraikan bahan organik secara cepat • Menghilangkan bau serta mencegah serangan serangga dan ulat yang merugikan

Bokashi berasal dari Bahasa Jepang yang artinya adalah bahan organik yang telah difermentasikan. Bokashi hampir sama dengan kompos, namun bokashi bukan merupakan hasil akhir dari pengomposan, karena proses tersebut terus berjalan hingga semua bahan organik di dalamnya telah diuraikan oleh pasukan mikroba. Yang membedakan dengan proses pengomposan biasa adalah, dalam proses fermentasinya bokashi ditambahkan dengan cairan EM4 yang merupakan gabungan beberapa jenis pasukan mikroba.

Dedak merupakan bahan yang sangat baik ditambahkan dalam pembuatan bokashi. Terdapat beberapa bahan organik dapat dijadikan sebagai bahan dalam pembuatan bokashi, antara lain: dedak, jerami, serbuk gergaji kayu, ampas kelapa, sampah dapur, kulit buah, atau sisa makanan lainnya. Dengan demikian pada dasarnya bokashi dapat dibuat secara *anaerobik* maupun *aerobik*, namun karena beragamnya bahan organik, maka pembuatan bokashi sebaiknya dilakukan secara *anaerobik* (tertutup).

Cara Pembuatan Bokashi

- ✓ Siapkan starter EM4, hal ini bertujuan untuk membangunkan mikroba yang masih tertidur dalam larutan EM4 asli. Caranya adalah dengan mencampur secara merata larutan EM4 sebanyak 1 cc + 1 liter air + 1 gram gula. Larutan starter tersebut selanjutnya dengan cara yang sama dapat dibuat sesuai kebutuhan, prinsipnya setiap 1 liter air akan dicampur dengan 1 cc EM4 dan 1 gram gula. kemudian diamkan selama 2 – 24 jam. Starter bagus digunakan sebelum 3 bulan dari pembuatan.



Gambar 85. Proses pembuatan strater EM4

- ✓ Siapkan jerami yang telah dipotong-potong ukuran 5-10 cm sebanyak 10 kg.



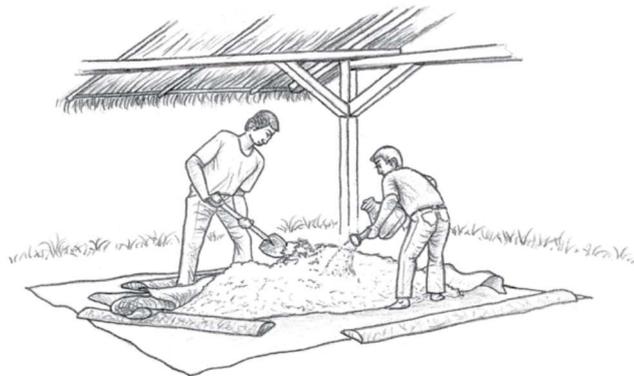
Gambar 86. Proses penyiapan jerami

- ✓ Siapkan sekam padi 10 kg dan dedak 0,5 kg.
- ✓ Buat adonan jerami, dedak, dan sekam dicampur secara merata di atas lantai kering.



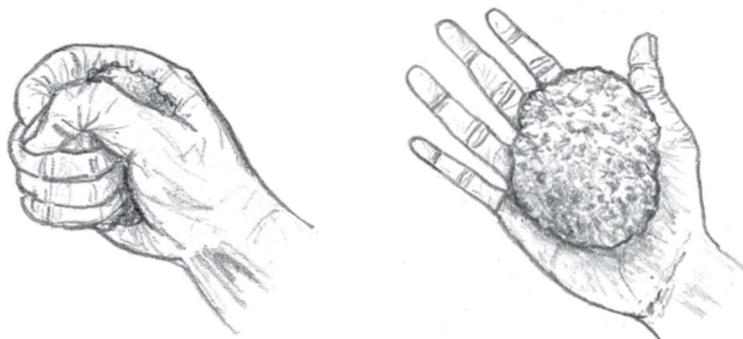
Gambar 87. Proses adonan jerami

- ✓ Siram secara merata adonan dengan larutan starter EM4 dengan kadar air 40%.



Gambar 88. Proses Adonan dengan larutan strater EM4

- ✓ Cek kadar air adonan, ada tiga kemungkinan yaitu: (i) Jika adonan digenggam mudah hancur/remah, maka kadar air masih rendah, (ii) Jika adonan digenggam tersa lembek dan masih meneteskan air serta adonan keluar di sela-sela jari, maka kadar air terlalu tinggi, (iii) Jika adonan digenggam dapat membentuk bola/menggumpal, maka kadar air sudah sesuai untuk proses pembuatan bokasgi.



Gambar 89. Proses pembuatan bogasi

- ✓ Adonan dibuat gundukan setinggi 15-20 cm, kemudian ditutup karung goni atau terpal selama 3-4 hari.



Gambar 90. Proses penutupan adonan dengan karung goni dan terpal

- ✓ Pertahankan suhu antara 35-45°C, jika suhu > 50°C, karung penutup dibuka lalu adonan dibolak-balik agar suhu turun, selanjutnya adonan ditutup kembali.



Gambar 91. Proses adonan dibolak-balik

- ✓ Setelah 4 hari karung goni dapat dibuka.
- ✓ Pembuatan bokashi berhasil jika bokashi terfermentasi dengan baik, hal ini ditunjukkan oleh adonan ditumbuhi jamur berwarna putih dan berbau sedap (tidak bau busuk).
- ✓ Bokashi bisa langsung digunakan, jika tidak digunakan bokashi diangin-anginkan baru dikemas dalam kantong plastik.



Gambar 92. Bokashi dikemas dengan kantong plastik.

Pembuatan beberapa jenis bokashi lainnya dilakukan melalui tahapan yang sama seperti di atas, yang membedakannya adalah jenis bahan yang digunakan sebagaimana disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 12. Kebutuhan bahan untuk pembuatan beberapa jenis bokashi.

No	Jenis Bokashi	Kebutuhan Bahan
1	Bokashi Jerami	Jerami 10 kg, sekam padi 10 kg, dedak 0,5 kg, EM-4 10 ml, gula 10 ml
2	Bokashi Pupuk Kandang	Pupuk kandang 15 kg, sekam padi 10 kg, dedak 0,5 kg, gula 2 sendok makan (10 ml), EM-4 10 ml
3	Bokashi Pupuk Kandang dan Arang	Pupuk kandang 10 kg, arang sekam padi/serbuk gergaji 5 kg, dedak 0,5 kg, gula 2 sendok makan (10 ml), EM-4 10 ml
4	Bokashi Pupuk Kandang-Tanah	Pupuk kandang 5 kg, tanah 10 kg, arang sekam/serbuk gergaji 5 kg, dedak halus 5 kg, gula 10 ml, EM-4 10 ml
5	Bokashi Ekspres	Jerami kering, daun kering, serbuk gergajian 10 kg, pupuk kandang 5 kg, dedak 1 kg, gula 10 ml, EM-4 10 ml.

Pembuatan bokashi dibantu oleh pasukan mikroba yang dikenal dengan nama EM-4. Produk EM-4 banyak dijual di toko-toko pertanian, namun sesungguhnya EM-4 juga sangat mudah untuk kita buat sendiri, cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

Cara Pembuatan EM4

Cara I: Membuat EM4 dari isi usus

Bahan-bahan:

- Susu sapi atau susu kambing murni (susu tidak basi).
- Isi usus (ayam/kambing), yang dibutuhkan adalah bakteri di dalam usus.
- Seperempat kilogram terasi (terbuat dari kepala/kulit udang, kepala ikan).
- 1 kg gula pasir (perasan tebu).
- 1 kg bekatul.
- 1 buah nanas (untuk menghilangkan bau).
- 10 liter air bersih.

Alat-alat yang diperlukan: panci, kompor, blender/parutan untuk menghaluskan nanas.

Cara pembuatan:

- Terasi, gula pasir, bekatul, nanas (yang dihaluskan dengan blender) dimasak agar bakteri lain yang tidak diperlukan mati.
- Setelah mendidih, hasil adonannya didinginkan.
- Tambahkan susu, isi usus ayam atau kambing. Lalu ditutup rapat. Setelah 12 jam timbul gelembung-gelembung. Bila sudah jadi, akan menjadi kental/lengket.
- Diamkan selama total 4 minggu sampe bahan benar-benar sebagian besar menjadi cair.

Cara II: Membuat EM4 dari bahan tumbuhan

Bahan-bahan

- Sampah sayur, terutama kacang-kacangan.
- Kulit buah-buahan (papaya, pisang, rambutan, mangga, dsb.).
- Bekatul, secukupnya.
- Gula merah, sedikit saja.
- Air beras, secukupnya.

Cara membuat:

- Sampah sayur, kulit buah-buahan dan bekatul dicampurkan. Tempatkan misalnya di dalam sebuah ember atau penampung yang lain. Tutup. Sambil kadang-kadang diaduk, biarkan selama satu minggu sampai membusuk sehingga menjadi EM1. EM singkatan dari Effective Microorganism, yaitu jasad renik "ganas" yang akan mempercepat proses pengomposan. Ditengarai dengan angka 1 karena inilah cairan mikroorganisme yang terbentuk setelah mengalami dekomposisi selama satu minggu.
- Cairan EM1 dicampur dengan sampah sayur dan kulit buah-buahan. Kemudian didiamkan lagi selama satu minggu. Cairan baru yang terbentuk disebut dengan EM2.
- Cairan EM2 dicampurkan dengan bekatul, gula merah dan air beras. Dan didiamkan lagi selama satu minggu sehingga menjadi EM3.
- Diamkan lagi selama satu minggu tanpa menambahkan apa-apa. Cairan itu telah menjadi EM4.

Penggunaan Bokashi di Lapangan

1. Untuk lahan tegalan dan sawah

Penggunaan bokashi untuk setiap meter persegi adalah sekitar 3-4 genggam bokashi, kecuali pada tanah yang kurang subur dapat dilebihkan. Bokashi disebar merata di atas permukaan tanah. Pemberian dapat juga dilakukan dengan cara mencampur bokashi dan tanah. Hal ini dapat dilakukan pada waktu pengolahan tanah. Sedangkan pada tanah sawah pemberian bokashi dilakukan saat pembajakan dan setelah tanaman berumur 14 hari dan 30 hari.

2. Untuk tanaman buah-buahan

Bokashi disebar secara merata di permukaan tanah atau di sekitar daerah perakaran. Selanjutnya larutan EM4 disiramkan dengan dosis 2 ml per liter air setiap dua minggu sekali.

3. Untuk pembibitan

Lahan yang akan dijadikan sebagai tempat pembibitan disiram dengan larutan EM4 dengan dosis 2 ml per liter air. Selanjutnya lahan dibiarkan selama satu minggu sebelum lahan siap untuk digunakan.

c. Kascing

Vermicomposting atau dikenal dengan kascing adalah pupuk padat hasil pengomposan secara aerobik (perlu oksigen) dengan memanfaatkan cacing tanah sebagai perombak utama. Pemberian cacing tanah dilakukan pada saat kondisi bahan organik sudah siap menjadi media tumbuh (yaitu berupa kompos setengah matang). Telah dikenal 4 (empat) marga cacing tanah yang sudah dibudidayakan, yaitu *Eisenia*, *Lumbricus*, *Perethima* dan *Peyonix*. Jenis cacing *Lumbricus rubelus* telah populer dan banyak dibudidayakan dalam pembuatan kompos kascing.

Cara Membuat Pupuk Kascing

Menyiapkan sarana dan prasarana

- ✓ Siapkan sarana dan prasarana, meliputi :
 - Bangunan kandang dapat tertutup atau tanpa dinding, ukuran bangunan disesuaikan dengan target produksi kascing. Atap dibuat dari rumbia dan dinding dari geribik.
 - Kotak produksi kascing terbuat dari papan kayu ukuran panjang 200 cm, lebar 80 cm, dan tinggi 18 cm.
- ✓ Siapkan media tumbuh cacing, meliputi : kotoran sapi dan sampah organik (misalnya: jerami, serbuk gergaji, serasah, sisa sayuran, sisa buah-buahan, ampas tahu, limbah baglog jamur). Bila media masih segar, sebaiknya diendapkan dulu 10-14 hari. Pencampuran bahan-bahan tersebut bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi kotoran sapi.

Memperbanyak cacing

- ✓ Siapkan cacing; cacing yang digunakan dari jenis *Lumbricus rubellus* yang dapat diperoleh dari peternak cacing. Agar proses pembuatan kascing berjalan cepat, tentu memerlukan jumlah pasukan cacing yang banyak.



Gambar 93. Contoh cacing *Lumbricus rubellus* (Sumber: OWT, 2012)

- ✓ Siapkan kotak pemeliharaan cacing ukuran panjang 2,5 m, lebar 1,5 m, dan tinggi 0,3 m (dapat menampung 10.000 cacing).



Gambar 94. Kotak pemeliharaan cacing (Sumber: OWT, 2012)

- ✓ Tebarkan pakan cacing (media tumbuh cacing) secara merata dalam kotak.
- ✓ Masukkan indukan cacing (berumur 2-3 bulan dan telah memiliki gelang pada tubuh bagian depan).
- ✓ Cacing akan bertelur, telur yang sudah matang (bulat kekuningan) perlu dipisahkan dari cacing induk. Biarkan telur di kotak lama, sedang cacing dipindah ke kotak baru untuk proses memperbanyak lagi. Setiap telur berisi 4 ekor anak cacing.

Membuat Kascing

- ✓ Siapkan wadah kotak kayu ukuran p = 200 cm, l = 80 cm, dan t = 18 cm (Gambar A).
- ✓ Lapsi dasar wadah dengan karung bekas yang tidak tembus cahaya (Gambar A).
- ✓ Masukkan media kotoran sapi yang telah terfermentasi (2 minggu) di bagian tengah (Gambar B).
- ✓ Masukkan 5 kg cacing di bagian tengah secara merata (Gambar C).

- ✓ Masukkan kotoran sapi segar (masih berwarna hijau) di sekeliling kotoran sapi yang telah terfermentasi tersebut sebanyak 70 kg (Gambar D).
- ✓ Media harus tetap dijaga kelembabannya dengan cara disemprot air.
- ✓ Cacing akan memakan kotoran sapi dan merubah dari wana hijau menjadi butiran hitam
- ✓ Setiap hari cacing memakan media seberat tubuhnya, jadi 5 kg cacing setiap hari akan menghasilkan 5 kg kascing, sehingga dalam 14 hari akan menghasilkan 70 kg kascing.
- ✓ Dalam 2 minggu, seluruh kascing akan dihasilkan dan siap digunakan.



Gambar 95 Tahapan pembuatan pupuk " Kascing " (Sumber: OWT, 2012)

d. Humus

Humus adalah kompos alami padat yang umumnya terdapat di tanah bagian atas. Bahan organik yang tersimpan bertumpuk-tumpuk di permukaan tanah selama bertahun-tahun mengalami proses pengomposan yang dilakukan oleh pasukan mikroba yang ada di alam hingga berubah warna menjadi hitam atau kecokelatan.

e. Pupuk Hijau

Pupuk hijau adalah pupuk organik padat yang berasal dari tanaman atau berupa sisa panen. Bahan tanaman ini dapat ditanam pada waktu masih hijau atau setelah dikomposkan. Sumber pupuk hijau dapat berupa: (a) sisa-sisa tanaman/sisa panen atau (b) tanaman yang ditanam secara khusus sebagai penghasil pupuk hijau (misalnya sisa-sisa tanaman, kacang-kacangan, dan tanaman [paku air](#) (*Azolla*)). Pupuk hijau sebaiknya dibuat dari tanaman jenis legum, karena mengandung nitrogen yang tinggi dan mudah terurai.

2.2.2. Pupuk Organik Cair

Pupuk cair adalah pupuk yang berbentuk cairan, dibuat dengan cara melarutkan kotoran ternak, daun jenis kacang-kacang dan rumput jenis tertentu ke dalam air. Pupuk cair mengandung unsur-unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, perkembangan, dan kesehatan tanaman. Unsur-unsur hara itu terdiri dari: Nitrogen (untuk pertumbuhan tunas, batang dan daun), Fosfor (untuk merangsang pertumbuhan akar buah, dan biji), Kalium (untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit). Dibandingkan dengan pupuk organik lainnya (pupuk kandang, pupuk hijau, kompos), pupuk cair memiliki keistimewaan karena lebih cepat diserap tanaman.

Pupuk organik cair mempunyai beberapa manfaat, antara lain: (a) Mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun dan pembentukan bintil akar pada tanaman leguminosae sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara, (b) Meningkatkan vigor tanaman sehingga tanaman menjadi kokoh, kuat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, cekaman cuaca dan serangan patogen penyebab penyakit, (c) Merangsang pertumbuhan cabang produksi, (d) Meningkatkan pembentukan bunga dan bakal buah, serta (e) Mengurangi gugurnya daun, bunga dan bakal buah. Bahan pembuatan pupuk organik cair, kandungan jenis unsur hara, dan penggunaannya disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 13. Berbagai bahan, kandungan hara, dan penggunaan pupuk cair.

No	Bahan	Kandungan Unsur Dominan	Penggunaannya
1	Daun gamal, lamtoro, jenis kacang-kacangan, dan kotoran (sapi, ayam, babi)	Nitrogen	Memupuk tanaman selama pembibitan dan sayuran penghasil produksi daun
2	Daun kacang panjang, rumput gajah, benggala, dan kotoran kelelawar	Fosfor dan Kalium	Memupuk sayuran, bunga, buah, dan umbi (kembang kol, tomat, cabe, kentang)

Cara Pembuatan Pupuk Cair:

Cara I: Limbah tumbuhan

- ✓ Siapkan MOL atau EM-4, campur secara merata 1 tutup botol EM-4 + 1 sendok makan gula pasir + 1 liter air sumur (bukan air PAM). Kemudian masukkan campuran tersebut ke dalam alat semprot (handsprayer).
- ✓ Siapkan wadah untuk pembuatan pupuk cair, misalnya drum plastik 200 liter. Wadah tersebut kemudian dilengkapi dengan kran dan tapisan yang berfungsi untuk menyaring sampah organik.
- ✓ Siapkan bahan baku berupa sampah rumah tangga yang masih segar atau eceng gondok. Bahan organik ini selanjutnya dipotong-potong 1-2 cm.
- ✓ Semprotkan pasukan mikroba ke dalam bahan organik secara merata, kemudian masukkan ke dalam wadah, kemudian tutup secara rapat.
- ✓ Lakukan penyemprotan pasukan mikroba setiap memasukkan sampah baru, kemudian wadah tutup rapat kembali.
- ✓ Diamkan selama 7-14 hari.

- ✓ Air lindi sampah/gulma dapat diambil dengan membuka kran dan dimasukkan ke dalam botol atau jerigen dengan kembali menambahkan pasukan mikroba, cairan ini digunakan sebagai pupuk organik cair.
- ✓ Setelah air lindi habis, maka ampas yang berbentuk padat dikeluarkan dari wadah untuk dijadikan kompos. Kemudian ampas tersebut ditambahkan bahan additive berupa sekam bakar, sekam, serbuk gergaji dll, dan selanjutnya dijemur sampai kering dan siap untuk digunakan sebagai pupuk organik padat.



Gambar 96. Cara membuat pupuk cair (Sumber: OWT, 2012)

Cara II : Limbah tumbuhan

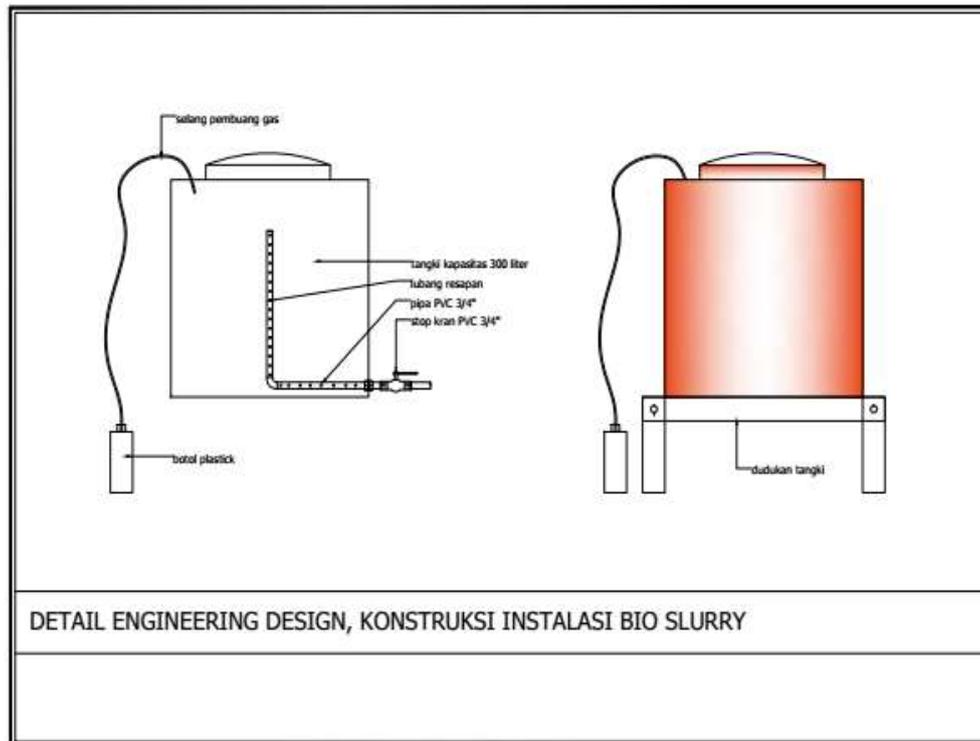
- ✓ Pilih lokasi yang dekat sumber air, tidak terkena panas matahari, serta hujan
- ✓ Siapkan peralatan dan bahan-bahan yaitu: drum bekas, karung, penutup drum/plastik hitam (sinar matahari dan air hujan tidak masuk), tali pengikat, batu pemberat.
(Penggunaan drum dalam pembuatan pupuk cair akan menghasilkan pupuk cair sekitar 100 liter (pupuk cair dari bahan daun-daunan untuk memupuk tanaman pada lahan seluas 100 m², sedang dari kotoran hewan untuk memupuk tanaman seluas 200 m²).
- ✓ Isi karung dengan dedaunan yang telah dicincang halus atau kotoran ternak yang masih segar sebanyak $\frac{3}{4}$ karung, lalu ikat karungnya.

Cara III: Limbah kotoran sapi

- ✓ Masukkan 1 liter pasukan mikroba, misalnya EM4 atau MOL buatan lainnya, 4 kg gula/molases, 50 kg kotoran sapi, 10 kg dedak padi dan 170 liter air ke dalam tong ukuran 250 liter dan aduk rata hingga larut.
- ✓ Tutup tong rapat hingga udara tdk bisa masuk, buat pipa pengeluaran gas yg ujungnya dimasukkan ke dalam botol yang berisi air. Biarkan tong selama 15 hari
- ✓ Buka tutup tong, saring pupuk cair hingga didapat larutan yang bersih bebas padatan
- ✓ Setelah disaring, pupuk cair dikemas dalam botol untuk dipasarkan atau digunakan langsung penyemprotan tanaman dengan sprayer.
- ✓ Bagian yg padat dikeringkan (kering angin) sebagai pupuk organik padat

Cara IV: Limbah kulit kakao

- ✓ Siapkan satu karung kulit kakao, ½ dedak, 2 kg gula merah, hijauan 50 kg, tangki plastik kedap udara berkapasitas 300 liter, ½ liter EM 4, 1 meter selang aerator dengan diameter 0,5 cm, Pipa ukuran ¾", keran ¾", botol air mineral, air bersih.
- ✓ Lakukan pelubangan pada pipa yang berpungsi sebagai saringan, sambungkan kran dengan tong platik yang nantinya dipergunakan untuk mempermudah memanen pupuk cair yang telah matang. Demikian pula dengan botol, disambungkan selang aerator dengan diameter 0,5 cm dengan tangki platik bagian atas.



Gambar 97. Konstruksi instalasi *bio slurry*



Gambar 98. Galon tempat cacahan bahan organik

- ✓ Cacah hijauan dan kulit kakao untuk memudahkan proses fermentasi.
- ✓ Campurkan hasil cacahan bahan organik dengan dedak secara merata.
- ✓ Tuangkan bahan organik ke dalam tong plastik kapasitas 300 liter.
- ✓ Secara terpisah larutkan 2 kg gula merah ke dalam 5 liter air, tambahkan EM-4 sebanyak ½ liter, aduk hingga merata selanjutnya masukkan campuran kedalam tangki.
- ✓ Tambahkan air bersih hingga ruang tersisa minimal 1 jengkal.
- ✓ Tutup rapat tangki hingga kedap udara.
- ✓ Buatlah lubang air pada bagian atas tangki, lalu masukkan ujung selang kedalam lubang tersebut, ujung selang satunya dimasukkan ke botol plastik bekas yang diisi air setengah bagian botol untuk membuang gas dalam tangki.
- ✓ Setelah 7 hari, buka tutup tangki sambil menggunakan masker.
- ✓ Aduk larutan pupuk, jika terlalu kental tambahkan air secukupnya, lalu aduk.
- ✓ Tutup tangki dengan rapat.
- ✓ Buka setelah 1 bulan sejak dibuat, yaitu saat bahan-bahan sudah melapuk dan larut.
- ✓ Buka kran untuk memanen pupuk cair dan jika langsung dimasukkan kedalam botol, gunakan saringan agar bebas dari endapan.
- ✓ Ciri-ciri pupuk organik cair yang siap digunakan adalah air berbau seperti air tape
- ✓ Untuk sisa endapan yang masih padat, dapat dikeringkan dan digunakan sebagai pupuk organik padat.
- ✓ Pupuk cair yang sudah matang segera dikemas.
- ✓ Setelah disaring maka pupuk dapat diaplikasikan ke tanaman dengan cara: (i) Siramkan pada pangkal batang tanaman dan sekitar perakaran atau (ii) Disemprotkan ke seluruh bagian tanaman.



Gambar 99. Kemasan pupuk cair organik

Cara V: Limbah Urine Sapi

Urine sapi sebagai pupuk organik memiliki beberapa kelebihan, antara lain: (i) Mengandung nitrogen, fosfor, kalium yang lebih tinggi daripada kotoran sapi padat; (ii) Mengandung zat perangsang tumbuh (ZPT), (iii) Mempunyai bau khas yang dapat mencegah datangnya berbagai hama tanaman. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pupuk cair urine sapi memiliki 3 fungsi utama yaitu sebagai pupuk cair, zat pengatur tumbuh tanaman, dan pestisida organik. Namun demikian urin sapi mengandung amoniak yang tinggi sehingga bersifat racun bagi tanaman, oleh sebab itu urin sapi tidak bisa langsung digunakan namun harus difermentasikan dulu untuk mengurangi kadar amoniak sebelum diberikan ke tanaman. Untuk itu perlu dibuat pupuk cair urin sapi dengan cara sebagai berikut:

- ✓ Siapkan urin sapi yang sudah bersih sebanyak 100 liter.
- ✓ Siapkan bioaktivator, misal EM-4 sebanyak 0,5 liter (1/2 botol).
- ✓ Siapkan tetes gula tebu 1 liter atau gula padat lainnya 1 kg.
- ✓ Siapkan air kelapa 20 liter.
- ✓ Siapkan terasi 100 gram.
- ✓ Siapkan air cucian beras 10 liter.
- ✓ Siapkan drum untuk proses fermentasi.
- ✓ Larutkan gula ke dalam air kelapa lalu masukkan ke dalam drum, masukkan kemudian EM-4 dan air cucian beras. Aduk semuanya hingga merata.
- ✓ Secara perlahan masukkan urin sapi dengan terus dilakukan pengadukan agar tercampur merata.
- ✓ Tutup drum secara rapat, atau pada bagian ujung drum dibuatkan selang yang dialirkan ke botol aqua 1 liter yang berisi air (instalasinya seperti pembuatan MOL).
- ✓ Lakukan proses fermentasi selama 2 minggu, pupuk cair berhasil jika tercium seperti bau tape.
- ✓ Ambil 2 gelas pupuk cair dan campurkan air hingga penuh di dalam handsprayer 14 liter.

2.3. Arang Sekam

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi padi selain jerami dan dedak adalah kulit padi atau sekam. Jerami dan dedak umumnya digunakan untuk pakan ternak, sementara sekam padi sebagian besar belum banyak dimanfaatkan untuk budidaya tanaman. Di lain pihak jumlah sekam padi yang dihasilkan oleh petani tidak sedikit. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh: sekam (20-30%), dedak (8-12%), dan beras giling (50-63,5%) dari bobot awal gabah. Dengan demikian dari sekitar 100 kg gabah kering akan dihasilkan minimal 20 kg sekam, jika 1 Ha sawah menghasilkan rata-rata 4 ton gabah kering panen berarti sekam yang dihasilkan sekitar 800 kg. Hal ini tentu menjadi sekam padi sebagai potensi limbah organik yang luar biasa besar jumlahnya jika digunakan secara benar untuk memperbaiki kualitas media tumbuh tanaman. Kebanyakan para petani hanya menjadikan limbah sekam menumpuk di tempat-tempat penggilingan padi, bahkan tidak jarang dari mereka yang membakar langsung sekam padi hingga menjadi abu gosok.



Gambar 100. Potensi limbah sekam padi

Untuk itu perlu memanfaatkan sekam padi menjadi bahan organik yang berguna bagi pertumbuhan tanaman, salah satunya melalui pembuatan arang sekam padi. Proses pembakaran tidak sempurna (tidak dibakar langsung dengan api) bertujuan untuk meningkatkan kandungan karbon dan unsur hara dalam sekam padi. Agar kandungan hara dalam sekam tetap terjaga dan tidak hilang, maka diperlukan teknik pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan arang sekam, bukan abu sekam. Untuk bisa membuat arang sekam maka perlu didisain sebuah alat pembuat arang sekam.



Gambar 101. Model alat pembuat arang sekam (kiri dan tengah); dan hasil arang sekam (kanan)

Arang sekam memberikan manfaat yang begitu banyak bagi pertumbuhan tanaman, antara lain:

1. Meningkatkan pH media tumbuh

Meningkatnya pH tanah pada tanah-tanah yang pada awalnya ber-pH rendah akan menyebabkan meningkatkan ketersediaan fosfor (P). Unsur fosfor yang tersedia dapat diserap oleh tanaman sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pada pH rendah unsur fosfor diikat oleh ion logam, sehingga tidak tersedia untuk tanaman.

2. Meningkatkan cadangan air tanah
3. Meningkatkan kadar pertukaran kalium (K) serta magnesium (Mg)

4. Memiliki kandungan unsur silikat (Si) tinggi. Silikat memiliki manfaat penting karena meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama atau patogen yang terdapat di tanah. Selain itu kandungan silika yang tinggi dapat memperkuat daun (daun lebih tegak)
5. Toleran terhadap kekeringan karena meningkatkan daya serap dan ikat tanah terhadap air
6. Toleran terhadap logam berat yang mengkontaminasi tanah
7. Mengurangi dampak pencucian pupuk akibat penyiraman, sehingga unsur hara yang terkandung dalam pupuk tidak hilang tetapi masih disimpan pada arang sekam sehingga tetap tersedia untuk tanaman
8. Meningkatkan sistem aerasi (pertukaran udara) di zona akar tanaman, sehingga oksigen cukup tersedia bagi tanaman.
9. Mengikat unsur-unsur hara dalam tanah, sehingga selalu tersedia untuk tanaman
10. Sebagai tempat hidup yang baik bagi jasad renik/mikroba bermanfaat
11. Menjaga kondisi tanah tetap gembur, karena memiliki porositas tinggi dan ringan
12. Mempertahankan kelembaban tanah
13. Sebagai penyerap (absorban) untuk menekan jumlah mikroba patogen

Media tumbuh tanaman yang merupakan campuran tanah murni : arang sekam : pupuk kandang kotoran sapi = 3 : 1 : 1 secara nyata telah meningkatkan pertumbuhan bibit jabon putih dibandingkan jika bibit jabon tersebut hanya ditumbuhkan pada media tanah murni, sebagaimana disajikan pada gambar berikut:



Gambar 102. Pertumbuhan jabon pada media berkualitas (kiri) dan tanah murni (kanan)

III. PESTISIDA ORGANIK

3.1. Pengertian pestisida organik

Pestisida organik merupakan ramuan obat yang dibuat dari bahan-bahan organik (tumbuhan, hewan, atau mikroba) dan digunakan untuk mengendalikan hama atau penyakit tanaman. Bahan yang digunakan umumnya mengandung metabolit sekunder yang berguna untuk *menghalau, menghambat makanan, menghambat pertumbuhan, hingga mematikan* hama atau penyakit tumbuhan.

3.2. Keuntungan dan kelemahan

(1) Ramah lingkungan karena mudah terurai. (2) Tanaman aman dikonsumsi karena residu pestisida organik tidak bertahan lama, (3) Meningkatkan nilai harga produk, (4) Dapat dibuat sendiri sehingga menghemat pengeluaran biaya produksi, (5) Tidak menyebabkan resistensi hama/penyakit. Adapun kelemahan pestisida organik antara lain: (1) Tidak bisa disimpan lama sehingga perlu disiapkan setiap akan menggunakan, (2) Terkadang efeknya tidak selalu cepat, perlu waktu dan frekuensi penggunaan.

3.3. Bahan Pestisida Organik

Tabel 14. Jenis tanaman pestisida organik.

Jenis Tanaman	Bagian yang digunakan	Hama/Penyakit yang dikendalikan
Alang-alang	Rimpang	Antraknosa pada buncis
Babandotan	Seluruh tanaman	Nematode pada kentang
Brotowali	batang	Lalat buahKutu aphids pada cabe
Cengkeh	bunga	<i>Phytophthora</i> pada lada
Jahe	Rimpang	Ulat <i>Plutella xylostella</i> pada kubis

Jambu mete	Kulit	Ulat jambu mete
Jambu biji	Daun	Antraknosa
Jarak	Buah dan daun	Namatoda pada nilam dan jahe, Lalat penggerek daun pada tanaman terung-terungan
Jengkol	Buah	Walangsangit pada cabe
Jeruk nipis	Daun	Busuk hitam pada anggrek
Kayu manis	Daun	Pestisida organic
Kencur	Rimpang	<i>Phytophthora</i> pada lada
Kunyit	Rimpang	<i>Phytophthora</i> pada lada
Lada	Biji, daun	Hama gudang, Antraknosa pada cabe
Lengkuas	Rimpang	AntraknosaSemut pada lada
Mimba	Daun, Biji	Antraknosa pada buncis dan cabe, <i>Phytophthora</i> pada tembakau, Belatung, Pengisap polong pada kedelai, Hama pengetam pada kelapa
Mindi	Daun	Ulat penggerek
Mahoni	Biji	Kutu daun pada krisanUlat tanah, Walangsangit, wereng coklat
Pandan	Daun	Walangsangit
Saga	Biji	Hama gudang <i>sitophilus sp</i>
Sereh	Batang, daun	Herbisida organic
Sirih	Daun, Abu	Antraknosa pada cabeTMV pada tembakau, Hama gudang
Srikaya	Biji	Thrips pada sedap malam, Kutu daun pada kedelai, kacang panjang, jagung, kapas, tembakau
Sirsak	Biji, daun	Wereng coklat pada padi
Tembakau	Daun, batang	Ulat grayak pada famili terung-terungan (tomat, cabe, paprika, terung), Walangsangit

3.4. Cara Pembuatan

Berikut adalah beberapa contoh cara pembuatan pestisida organik :

Nikorak (mahoni, tembakau, jarak)

a. Bahan-bahan

- Biji mahoni : 300 gram
- Tembakau : 100 gram
- Daun jarak : 1000 gram
- Air : 6 ltr

b. Cara pembuatan

Biji mahoni digiling/ditumbuk halus. Daun jarak dan tembakau direbus dengan air sampai mendidih, angkat dan dinginkan. Campurkan mahoni yang sudah ditumbuk halus dan aduk hingga rata, diamkan selama 24 jam, kemudian disaring. Jika larutan ingin disimpan lama, maka pencampuran serbuk biji mahoni dilakukan pada saat akan digunakan.

c. Dosis

30 ml larutan Nikorak ini bisa digunakan untuk satu tangki sprayer (\pm 15 liter). Semprotkan ke lahan yang terkena hama pada waktu pagi atau sore hari. Ulangi tiap 4 hari sekali. Untuk efek yang cepat, bias menggunakan larutan Nikorak 10 ml ditambah air $\frac{1}{2}$ liter.

d. Sasaran OPT

Ulat grayak: pada tanaman bawang merah, bawang putih, kedelai, jagung, kacang tanah, kacang panjang, kubis dan sawi. Ulat penggulung daun dan perusak daun pada tanaman padi.

e. Hasil pencapaian

Pestisida Nikorak bersifat racun kontak, dan hama yang terkena secara langsung, tingkat kematiannya tinggi. Populasi hama turun drastis dan timbulnya lama. Keluhan sampingan tidak ditemui, pada waktu setelah penyemprotan.

Gacasi (Gadung, cabe, sirih)

a. Bahan-bahan

- Gadung : 4 kg
- Cabai merah : 2 ons
- Daun sirih : 2 kg
- Air : 15 ltr

b. Cara membuatnya

Gadung, cabai dan daun sirih digiling halus dan campurkan dengan rata. Tambahkan air, aduk sampai rata dan disaring, air ramuan merupakan induk pestisida.

c. Penggunaan

250 ml larutan Gacasi (1 gelas) dicampur dengan 14 liter air. Semprotkan ke lahan pada waktu pagi/sore hari, ulangi 4-5 hari sekali.

d. Sasaran OPT

Penggerek batang, wereng, walang sangit, thrip, aphid, serangga kecil lainnya.

e. Hasil pencapaian

Sama dengan Nikorak

Teh Rumput Laut

Kumpulkan sedikit rumput laut segar, bilas dengan air untuk menghilangkan garamnya, kemudian masukkan ke dalam seember air. Biarkan selama 2 minggu, kemudian semprotkan pada tanaman yang terserang jamur.

Daun Ubi Jalar

Potong dan rendam 3 genggam besar daun ubi jalar dalam 1 ember air. Biarkan selama 1 hari, kemudian gunakan sebagai semprotan jamur khususnya penyakit jamur pada padi.

Bawang Putih

Keringkan bawang putih dan tumbuk menjadi tepung. Campurkan satu sendok besar tepung bawang putih dengan 1 liter air dan gunakan sebagai semprotan pada jamur-jamur di tanaman tomat dan buncis.

Daun Pepaya

Ambil daun pepaya sebanyak kurang lebih 1 (satu) kilogram, lalu dilumatkan (bisa diblender) dan dicampurkan dalam 1 liter air, kemudian dibiarkan selama kurang lebih 1 (satu) jam. Langkah berikutnya disaring, lalu ke dalam cairan daun pepaya hasil saringan ditambahkan lagi 4 (empat) liter air dan 1 (satu) sendok besar sabun.

Cairan air pepaya dan sabun sudah dapat digunakan sebagai pestisida alami. Semprotkan cairan ini pada hama-hama yang mengganggu tanaman kita. Semprotan pestisida air pepaya dan sabun ini dapat membasmi aphid (kutu daun), rayap, hama-hama ukuran kecil lainnya, termasuk ulat bulu. Semprotan daun pepaya juga dapat digunakan sebagai fungisida ringan untuk jamur karat pada kopi, jamur tepung dan noda coklat pada daun padi.

Sereh Wangi

Sereh wangi dapat mengendalikan hama karena mampu menimbulkan ketidaksukaan hama pada tanaman dan pada dosis tertentu dapat membunuh hama melalui efek iritasi.

Pestisida sere wangi dibuat dengan cara menghaluskan bagian daun, batang dan akarnya. Setelah seluruh bagian halus, lalu rendam dalam air bersih dengan perbandingan 200 gram sere halus yang dicampur air 10 liter, biarkan campuran tersebut selama 24 jam, kemudian endapkan dan saring. Jika ingin proses lebih cepat, campuran direbus hingga mendidih selama 15 menit, dapat pula di tambahkan daun sirih, buah mahoni, dan tembak. Cara pengaplikasian disemprotkan pada tanaman yang terserang hama dan penyakit dengan interval satu minggu sekali.

Pestisida nabati lainnya

Bahan- bahan: tembakau, bawang putih, daun sirsak, serih, air biasa, akar tuba/jenuh.

Proses pembuatan:

Proses pembuatan pestisida nabati lebih mudah dibanding dengan pembuatan mol, karena proses fermentasinya hanya dalam waktu 24 jam. Pertama-tama semua bahan dicincang sampai halus, lalu di campur hingga rata dengan bahan yang lain sebanyak 25-30 % dalam wadah. Setelah itu masukkan air biasa dan tutup rapat dan biarkan selama 24 jam. Kecuali untuk bahan akar jenuh / tuba jangan dicampur, tapi dipisah. Untuk penggunaan hasil dari fermentasi tersebut dapat diaplikasikan kedalam 16 liter air dengan dosis 4-5 gelas hasil pestisida nabati. Setelah itu masukkan hasil larutan akar tuba/jenuh kedalam air yang sudah tercampur sebanyak \pm 1 gelas. Lakukan penyemperotan pada tanaman yang terserang hama pada pagi hari atau sampai tingkat serangan hama berkurang. Karena untuk larutan pestisida nabati ini tidak berbahaya bagi tanaman.



Bahan pestisida nabati



Bawang putih



Daun sirsak



Tembakau



Akar tuba



Gula merah



Air cucian beras



Rebung



Akar alang-alang



Bonggol pisang



Air kelapa



Mol pestisida nabati



Daun jarak



Daun serih



Gambar 103. Bahan-bahan pestisida nabati

3.5. Cuka Asam

Cuka kayu (*wood vinegar*) adalah hasil sampingan dari pembuatan arang. Pada pembuatan arang akan ada asap yang keluar dari proses pengarangan tsb. Selanjutnya arang yang keluar tersebut di jadikan cairan dengan proses destilasi atau penyulingan sehingga disebut juga asap cair. Sebagai hasil pembakaran kayu, cuka kayu diketahui mengandung berbagai macam unsur hara mikro yang bermanfaat untuk tanaman.

Pada saat ini hasil peralatan Alat Pendingin Asap dan proses untuk memproduksi cuka kayu dari pembuatan arang telah berhasil untuk mendapatkan Hak Paten dari Pemerintah Indonesia yang diterbitkan oleh Direktorat Paten Ditjen Hak Kekayaan Intelektual Kementerian Hukum dan HAM dengan sertifikat Paten No ID.POO28528 tanggal 13 Juni 2011 dan pada tanggal 26 Nopember 2012 telah diselenggarakan promosi paten kepada pengguna di Gedung Manggala Wanabakti Jakarta. Selanjutnya sesuai dengan surat Kepala Pustekolah Nomor KT.9/VIII/P3KKPHH-6/2011 bahwa cuka kayu dapat dimanfaatkan sebagai biopestisida dan bio fertilizer pada tanaman. Sebagian masyarakat misalnya di Benakat, Sumatera Selatan telah memproduksi cuka kayu untuk dijual sebagai pestisida organik. Cuka kayu dapat digunakan untuk mencegah serangan pada tanaman kopi.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa cuka kayu memiliki tingkat keasaman (pH) 3,89-3,92, kandungan asam asetat 1,36 - 1,44%, berat jenis 1,0152, phenol 0,0554 -0,0611%. hara Mn = 1,03 - 1,05 ; Na = 1,37 - 8,04; Mg = 7,94 – 13,37; Ca = 9,08 -9,85; Fe = 337,40 – 344,75; K = 540,05 – 548,90.

3.4.1. Proses Pembuatan Cuka Kayu

Proses pembuatan cuka kayu akan terkait juga dengan pembuatan arang kayu. Dengan cara mengatur proses pembakaran secara terpadu dihasilkan selain arang kayu berkualitas baik juga cuka kayu yang telah diketahui memiliki banyak kegunaan.

Bahan baku kayu yang dapat digunakan untuk membuat arang kayu dapat berasal dari: limbah pembukaan ladang, kayu sisa potongan cabang yang sudah tidak bisa dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, tempurung kelapa, sekam padi, ranting daun, dan lain-lain.



Gambar 104. Limbah kayu untuk pembuatan arang

Proses Pembakaran

Pada bagian dasar tungku drum diberi ganjal dengan bata setinggi \pm 5-10 cm, pada 3 lokasi titik. Selanjutnya, di bawah tungku diberi potongan kayu bakar atau serutan kayu kering yang telah diberi sedikit minyak tanah. Setelah api dinyalakan, tungku sampai nyala bara api merembet ke dalam tungku melalui lubang udara sehingga bahan baku kayu yang terdapat di dalam tungku dapat terbakar dengan sempurna.



Gambar 105. Model drum pembuat arang dan cuka kayu

Pendinginan arang

Proses pengarangan biasa memerlukan waktu selama \pm 7 sampai 9 jam, jika kayu relatif basah. Apabila asap yang keluar sudah terlihat menipis putih atau bening kebiru-biruan, lubang udara di bagian bawah tungku ditutup serapat mungkin dengan diberi pasir atau tanah. Untuk memulai proses pendinginan, di bagian atas penutup tungku diberi tanah atau pasir serta cerobong asap ditutup dengan kain basah atau rumput yang rapat dan kemudian dilapisi tanah, sehingga tidak ada udara yang masuk ataupun keluar.



Gambar 106. Hasil arang kayu

Pemanfaatan asap pembakaran untuk cuka

Asap hasil pembakaran pada proses pembuatan arang kayu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan cuka kayu (*wood vinegar*). Kegiatan ini bisa dilakukan pada saat pembuatan arang dengan menggunakan metode tungku lubang tanah serta drum. Cara pembuatannya sebagai berikut:

- Bahan-bahan dari kayu atau bambu di potong-potong ± 20 cm (Kayu atau bambu dalam keadaan basah). Masukkan bahan-bahan tersebut kedalam drum hingga penuh.
- Pemetikan api dilakukan dari lubang yang sudah tersedia.
- Api merambat ke atas maka terjadi pembakaran kayu di dalam drum.
- Lalu tutup bagian atas drum.
- Hubungkan dengan alat destilasi /pendingin. Gunakan batang bambu yang sudah dipotong dan dilubangi dipasangkan pada bagian atas cerobong asap, serta diusahakan agar sebagian besar asap masuk melewati batang bambu. Semakin panjang batang bambu yang digunakan, proses pendinginan akan menjadi lebih baik. Hal ini karena luas permukaan pada bambu bagian dalam untuk proses pendinginan semakin besar.
- Amati dan biarkan selama 9 jam (selama proses pembakaran cuka kayu keluar melalui alat destilasi).
- Pengambilan cairan asap dilakukan dengan lima tahapan, yaitu: cairan asap ditampung mulai dari awal sampai suhu asap mencapai 80°C , 100°C , 125°C , 150°C , dan 180°C .
- Asap cair pada umumnya tercampur dengan taringan yang mengapung di bagian atas cairan dan tar berat yang mengandung bagian bawah cairan. Asap yang baik terbebas dari kedua jenis tar ini dan dapat dipisahkan dengan cara membiarkan 1-3 bulan atau dengan cara mendestilasi. Kualitas asap cair (*wood vinegar*) yang baik berwarna kuning, bau agak lemah, transparan atau tidak ada gumpalan atau suspensi kadar asap organik berkisar 1-18%, berat jenis lebih 1,001 gr/cm dan derajat keasaman (pH) 1,56-3,7.
- Setelah selesai pembakaran lalu tutup lubang api, biarkan 12 jam untuk proses pendinginan arang.
- Setelah arang dingin lalu dibuka, kemudian diklasifikasikan yaitu arang yang utuh dan arang yang bubuk kemudian dimasukan ke dalam karung, arang yang bubuk bisa dijadikan briket arang.
- Cuka kayu di saring dengan kain ata busa supaya hasilnya lebih bening kemudian di kemas dalam botol yang berukuran 1000 ml, 500 ml, dan 250 ml.

Manfaat Cuka Kayu

Beberapa manfaat cuka kayu antara lain: (1) Mempercepat tumbuh tanaman, (2) Mengatasi pertumbuhan tanaman liar, (3) Menghilangkan bau tidak sedap, (4) Menghambat pertumbuhan mikro organisme, (5) Mencegah tumbuh jamur-jamur, (6) Menolak kehadiran binatang kecil termasuk serangga, (7) Sebagai farmasi (obat-obatan), (8) Meguatkan akar dan daun, (9) Menyuburkan tanah, (10) Menambah rasa asli kepada hasil pertanian dan juga produk-produk berkaitan, (11) Menghalang pembiakan virus dan penyakit dalam tanah, (12) Menghalangi virus dan serangan perusak untuk memperbaiki keadaan tanah, (13) Menambah populasi mikroba bermanfaat, (14) Menghalau serangga perusak, (15) Menambah baik kualits buah dan menambah kandungan gula dalam buah, (16) Menjadikan daging hewan dan susu lebih berkualitas, (17) Mengurangi bau busuk, (18) Obat jerawat, kudis, dan deodoran, (19) Pengusir rayap/binatang kecil, dll, (20) Aplikasi untuk tanaman padi. Cuka Kayu yang diaplikasikan pada tanam padi dengan dosis 1 liter Cuka Kayu dicampur 50 liter air, disemrotkan 4 – 5 kali pada umur 30 hari setelah tanam, (21) Cuka kayu juga berfungsi sebagai pupuk dan pestisida dapat diterapkan pada tanaman sayuran seperti buncis, kacang panjang, kubis, ketimun, (22) Berfungsi untuk tanaman sayuran disemprot dengan konsentrasi 2% dilakukan pada satu bulan setelah tanam dengan selang tujuh hari sampai masa panen, sehingga tanaman sayur tidak perlu disemprot dengan pestisida, (23) Menghilangkan bau badan, (24) Mengobati jerawat, (25) Menyembuhkan penyakit kulit, (26) Mengatasi kutil, (27) Sebagai bahan pengawet, (28) Penggumpal getah karet,

3.6. Bubur Rorak dan Bordo

Penyakit utama lada yang menjadi musuh paling mengerikan petani lada yaitu penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) yang disebabkan oleh cendawan *Phytophthora capsici*. Penyakit ini mampu membunuh tanaman lada berhektar hektar dalam waktu yang sangat singkat. Untuk mengendalikan penyakit tersebut, maak melalui hasil riset Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITRO) telah mengaplikasikan berbagai teknik penanggulangan, antara lain:

Pembuatan Rorak

Rorak adalah lubang lubang buntu dengan ukuran tertentu yang dibuat pada bidang olah dan sejajar pada garis kuntur yang berfungsi untuk menjebak dan meresapkan air ke dalam tanah serta menampung sendimen dari bidang olah. Pembuatan lubang buntu dengan dimensi kedalaman 50 cm, panjang 100cm-150cm, dengan lebar 30cm. Lubang dibuat tepat di bawah proyeksi tajuk/daun terluar. Pada saat pembuatan lubang tanah galian dari lubang dikumpulkan/diletakkan di pangkal batang tanaman secara merata dalam gludukan, setelah lubang tersedia segera dimasukan seresah daun, hijauan, ranting, rerumputan, batang pisang, dll. kemudian disiramkan EM4, dicampur dengan pupuk organik Bokashi yang telah dipermentasi dan telah dicampur dengan *Trichoderma* sp. Rorak tersebut berfungsi sebagai tempat untuk melakukan pemupukan.

Pembuatan Bubur Bordo

Bubur bordo (Bordeaux) adalah pencampuran TERUSI dengan kapur tohor menjadi pestisida buatan sendiri yang sangat manjur untuk mengendalikan jamur busuk pangkal batang pada tanaman lada.

Terusi adalah zat kimia dengan nama lain CuSO_4 (tembaga sulfat) yang memiliki bentuk kristal kebiruan. Peran terusi selain bahan kimia kolam renang juga dapat digunakan untuk mengendalikan jamur dan pupuk pada dosis tertentu. Adapun kapur tohor atau dikenal pula dengan nama kimia kalsium oksida

adalah hasil pembakaran kapur mentah pada suhu kurang lebih 90°C jika disiram air akan menghasilkan panas dan berubah menjadi kapur padam.

Cara membuat bubur bordo:

- Masukkan terusi yang sudah ditumbuk atau dihaluskan seberat 100 gram kedalam ember yang sudah berisi air bersih sebanyak 5 liter, lalu aduk hingga larut.
- Larutkan kapur tohor seberat 100 gram kedalam wadah berbeda yang sudah berisi air bersih sebanyak 5 liter.
- Setelah masing-masing bahan larut segera campurkan kedua bahan terusi dan kapur kedalam satu wadah dengan cara menuangkan campuran terusi ke dalam campuran kapur tohor secara perlahan dan terus mengaduknya.
- Setelah bahan tercampur rata segera aplikasikan pada tanaman yang memiliki ciri-ciri atau tanda-tanda terserang jamur busuk pangkal batang dengan menyiramkan larutan pada pangkal batang lada dengan dosis satu liter/ pohon.
- Selain itu sangat perlu menyiram bubur bordo ini pada tanaman yang memiliki ciri terserang di sekitar tanaman yang sudah terserang.
- Bubur bordo dapat pula diaplikasikan dengan cara menyemprot dengan dosis penyemprotan 50-70 ml pertangki (14 liter) atau satu gelas aqua untuk tiga tangki penyemprotan, semprotkan secara merata ke tanaman yang terserang dengan interval penyemprotan seminggu sekali.



IV. PUPUK DAN PESTISIDA HAYATI

4.1. Definisi

Selain pupuk dan pestisida organik di mana bahan-bahannya langsung diperoleh dari bahan organik seperti jerami, kulit buah, daun-daunan, dan lain-lain, maka kebutuhan pupuk dan pestisida untuk tanaman juga bisa diperoleh dari peran mikroorganisme seperti jamur dan bakteri. Pupuk dan pestisida yang dihasilkan dari peran mikroorganisme tersebut selanjutnya dikenal dengan istilah “Pupuk Hayati (Biofertilizer)” dan “Pestisida Hayati (Biopesticide)”.

Pupuk hayati dikenal juga dengan istilah *Pupuk Mikrobiologis*, yaitu pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diterapkan pada benih, permukaan tanaman, atau tanah, akan mendiami rizosfer atau bagian dalam dari tanaman dan mendorong pertumbuhan dengan meningkatkan pasokan nutrisi utama dari tanaman.

Pupuk hayati (*biofertilizer*) tidak sama dengan pupuk organik. Pupuk hayati dikenal sebagai *agen pembenah tanah* dari kelompok organik di mana aktivitasnya dapat memperbaiki kesuburan tanah (Permentan No 2, Tahun 2006). Sedangkan pembenah tanah itu sendiri bisa juga berasal dari kelompok no-organik. Dalam implementasinya pupuk organik bisa mengandung agen hayati ataupun sebaliknya.

4.2. Fungsi

Peran utama pupuk hayati dalam budidaya tanaman adalah: (1) Pembangkit kehidupan tanah (*soil regenerator*) dan (2) Penyedia nutrisi tanaman. Mikroorganisme yang terdapat dalam pupuk bekerja dengan cara:

- Penambat zat hara yang berguna bagi tanaman. Beberapa mikroorganisme berfungsi sebagai penambat N (penyerap nitrogen dari udara), sebagai pelarut fosfat, dan penambat kalium
- Aktivitas mikroorganisme membantu memperbaiki kondisi tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi.
- Menguraikan sisa-sisa zat organik untuk dijadikan nutrisi tanaman.
- Mengeluarkan zat pengatur tumbuh yang diperlukan tanaman
- Menekan pertumbuhan organisme parasit tanaman, ini merupakan fungsi mikroorganisme sebagai pestisida hayati.]

4.3. Jenis Pupuk dan Pestisida Hayati

4.1.1. *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp merupakan sejenis cendawan yang termasuk dalam kelas ascomycetes. *Trichoderma* sp ini memiliki aktifitas antifungal dan menjadi agen biokontrol, yakni memiliki sifat antagonis kepada semua jenis cendawan patogen. *Trichoderma* sp mudah ditemukan di tanah-tanah hutan maupun tanah pertanian. Aktifitas antagonis dari *Trichoderma* sp meliputi parasitisme, persaingan, predasi atau pembentukan toksin seperti antibiotik. *Trichoderma* sp bisa diandalkan untuk mengatasi tanaman yang rusak yang diakibatkan oleh cendawan patogen.

Potensi jamur *Trichoderma* sp sebagai jamur antagonis yang bersifat preventif (pencegahan) terhadap serangan penyakit tanaman telah menjadikan jamur tersebut semakin luas digunakan oleh petani dalam usaha pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Disamping karakternya sebagai antagonis diketahui pula bahwa *Trichoderma* sp berfungsi sebagai dekomposer dalam pembuatan pupuk organik. Cara penggunaan *Trichoderma* sp adalah sebagai berikut:

1. *Menabur pada bedengan* (25 gram/tanaman atau 500 kg/ha); *Trichoderma* ditabur bersamaan pupuk kandang sebelum penanaman agar dapat berkembang dan menanggulangi pathogen yang terdapat di tanah sebelum bibit ditanam.
2. *Manabur pada lubang tanam*
3. *Pengocoran* dengan dosis 1 sendok teh dalam 250 ml air untuk setiap tanaman. Dapat dilakukan 7 HST (hari setelah tanam), 14, 21, dan 28 HST.

Trichoderma sp memiliki kemampuan yang bervariasi di setiap jenisnya dalam fungsinya sebagai pengambat pertumbuhan dan perkembangan cendawan patogen. Perbedaan kemampuan ini disebabkan oleh perbedaan dalam memproduksi bahan metabolit. Cendawan *Trichoderma* sp yang memiliki fungsi sebagai agen hayati antara lain: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma Viridae*, dan *Trichoderma koningii*. Jenis cendawan *Trichoderma* sp tersebut mampu menghambat perkembangan beberapa jenis cendawan patogen yang menyebabkan penyakit pada tanaman, antara lain: *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, dan *Phytium* sp.



Gambar 107. *Trichoderma viridae* (kiri), *Trichoderma harzianum* (tengah), *Trichoderma koningii* (kanan)

Di antara berbagai jenis *Trichoderma*, jenis *Trichoderma harzianum* merupakan spesies yang memiliki aktifitas antinfungal paling tinggi. Jenis ini memiliki kemampuan berkompetisi melawan cendawan patogen, menghambat cendawan patogen, membantu pertumbuhan, memproduksi antibiotik sebagai antifungal. Beberapa mekanisme antifungal yang dihasilkan oleh *Trichoderma* adalah sebagai berikut:

- Melindungi bibit dari penyakit lodoh (rebah kecambah)
- Melarutkan dinding sel cendawan pathogen
- Menyerang dan menghancurkan propagule cendawan pathogen
- Mampu bersaing dengan cendawan pathogen untuk memperoleh nutrisi dan tempat

Dalam prakteknya, untuk mengatasi penyakit bisa dengan cara pemberian pupuk organik yang telah dilengkapi dengan *Trichoderma* sp, atau bisa juga dengan menggunakan produk fungisida nabati yang didalamnya sudah mengandung *Trichoderma* sp. Beberapa pupuk yang didalamnya sudah mengandung cendawan *Trichoderma* sp. antara lain: EvaGrow, Saco-P, Pupuk Prima, Pupuk Tabur Mas, M-Dec, Tsunami MGP, Top Fungsi, Supr Trico, Marfu-P, dll. Selain itu hal yang perlu diingat adalah dalam menggunakan *Trichoderma* sp. jangan dicampur dengan pupuk kimia karena dikhawatirkan justru akan mematikan cendawan tersebut, namun sebaiknya dicampur ke pupuk organik seperti kompos.



Gambar 108. Jamur *Trichoderma* sp.



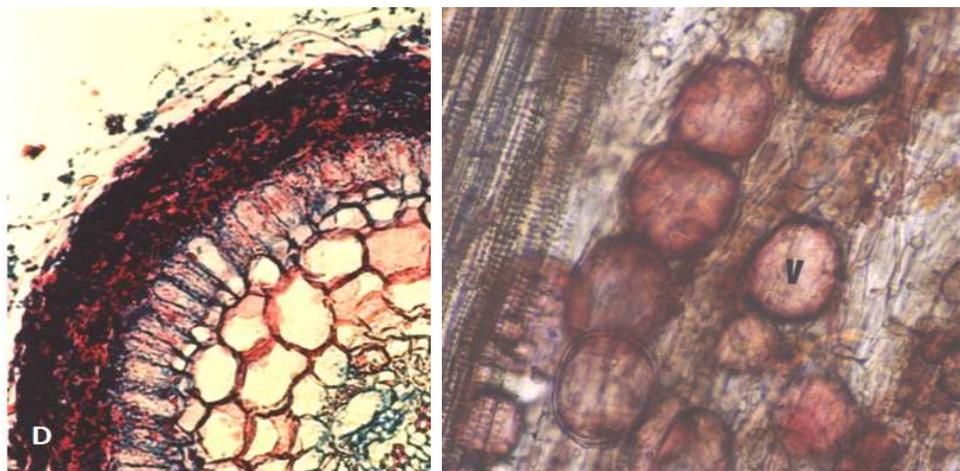
Gambar 109. Contoh produk pupuk/pestisida hayati

4.1.2. Mikorhiza

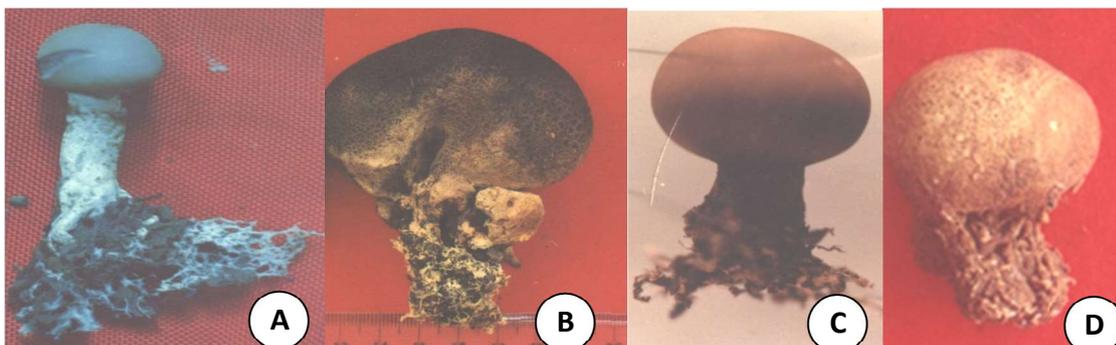
Mikorhiza menggambarkan hubungan saling menguntungkan antara akar tumbuhan dan cendawan. Cendawan mikorhiza hidup pada perakaran tanaman dan memperbanyak diri dengan memanfaatkan

makanan yang diperoleh melalui perakaran tanaman. Terdapat dua kelompok penting mikorhiza, yaitu **(a) Ektomikorhiza**, hidup menyelimuti akar tanaman dan mampu membentuk tubuh buah dan **(b) Endomikorhiza**, hidup di dalam akar tanaman dan tidak membentuk tubuh buah. Cendawan mikorhiza memiliki benang-benang hifa yang panjangnya bisa melebihi panjang akar tanaman. Melalui hifa yang panjang inilah menjadi jembatan penghubung untuk menyalurkan unsur hara yang jauh dari perakaran tanaman. Jamur ektomikorhiza tidak ditemui pada semua jenis pohon. Jenis pohon yang biasa dijumpai bersimbiosis dengan cendawan ektomikorhiza antara lain: meranti, melinjo, ekaliptus, pinus, merbau. Adapun cendawan endomikorhiza dijumpai hampir pada semua jenis tanaman, baik tanaman pertanian, perkebunan, maupun kehutanan.

Cendawan mikorhiza memiliki manfaat antara lain: (a) membantu menyediakan fosfor, (b) membantu menyerap unsur hara, (c) mencegah penyakit akar, (d) membantu menyerap air sehingga tanaman tahan kekeringan.



Gambar 110. Akar tanaman diselimuti ektomikorhiza (kiri), Akar tanaman diinfeksi endomikrohiza (kanan) (Sumber: Supriyanto, 1997)



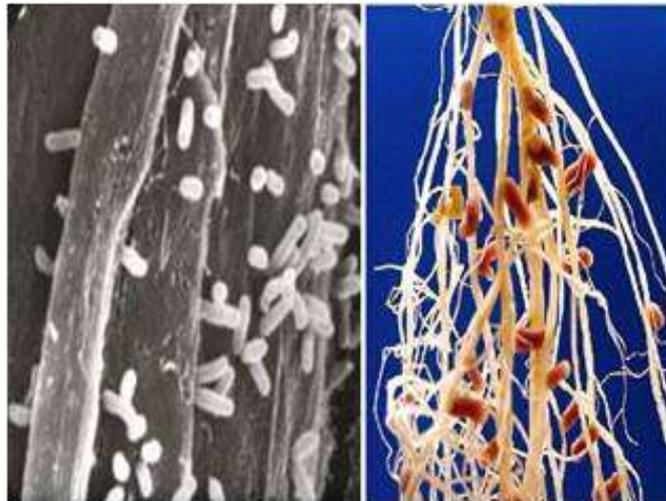
Gambar 111. Tubuh buah beberapa jenis ektomikorhiza yang ditemukan di bawah tanaman meranti (A), melinjo (B), pinus (C), dan ekaliptus (D) (Sumber: Supriyanto, 1997)

4.1.3. *Rhizobium* sp.

Bakteri rhizobium merupakan bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman legum, membentuk bintil akar, dan menambat nitrogen dari udara sehingga mampu mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman sekurang-kurangnya sebesar 75 %. Nitrogen yang diambil dari udara tersebut selanjutnya disusun menjadi senyawa nitrogen seperti asam amino.

Bakteri nitrogen yang hidup bersimbiosis dengan jenis tanaan legume atau polong-polongan yaitu: *Rhizobium leguminosarum*. Bakteri ini hidup dalam akar membentuk nodul atau bintil-bintil akar. Bakteri ini mampu mengikat nitrogen bebas dari udara dan mengubahnya menjadi senyawa yang dapat diserap oleh tumbuhan. Kelompok bakteri yang mampu mengikat nitrogen dari udara terbagi dalam dua kelompok, yaitu: (1) Hidup bebas tidak bersmbiosis dengan akar tanaman, misalnya *Azotobacter* sp., *Clostridium*, dan *Rhodospirillum* dan (2) Bersimbiosis dengan akar tanaman, misalnya *Rhizobium* sp.

Bakteri *Rhizobium* selain menyediakan nitrogen bagi tumbuhan inangnya, dia juga melalui bintil-bintil akar melepaskan senyawa organik ke dalam tanah sehingga menambah kesuburan tanah.



Gambar 112. Bintil akar tanaman polong-polongan banyak mengandung *Rhizobium*
(Sumber: <https://aguskrinoblog.files.wordpress.com/2011/01/picture21.jpg>)

Cara penggunaan *Rhizobium* untuk tanaman adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan inokulan tanah, yaitu inokulan berupa tanah di mana dari lahan yang pernah ditanami polong-polongan (kacang-kacangan) dan menunjukkan adanya bintil-bintil akar.
2. Menggunakan inokulan bintil akar, yaitu menggunakan bintil akar yang diambil dari tanaman polong-polongan seperti kedelai. Bintil akar digerus kemudian digunakan untuk merendam benih tanaman. Penanaman tanaman kedelai secara berturut-turut juga akan meningkatkan populasi *Rhizobium* pembentuk bintil akar.
3. Menggunakan inokulan biakan murni dari pabrik, misalnya: Rhizobin, Rhizogen, Legin, Nitragin, dengan dosis 5-10 gram/kg benih kacang-kacangan.

4.4. Cara Perbanyak dan Pemanfaatan Mikroorganism

4.4.1. Pembuatan MOL

Perbanyak bakteri dapat dilakukan melalui proses fermentasi. Perbanyak mikroba secara fermentasi ini dapat dilakukan pada mikroba-mikroba yang dalam perkembangbiakannya memerlukan ruang tertutup/tanpa oksigen. Terdapat tiga bahan utama untuk melakukan perbanyak mikroba dengan cara ini, yaitu:

- (a) **Karbohidrat**, dibutuhkan sebagai sumber energi misalnya : air cucian beras, nasi bekas, singkong, kentang, gandum, dedak, dll.,

- (b) **Glukosa**, dibutuhkan sebagai sumber energi, misalnya : gula merah, air nira, gula pasir, air kelapa, dll.,
- (c) **Sumber mikroba**, dalam hal ini jenis bakteri dapat diperoleh dari buah busuk, tomat, sayuran busuk, keong mas, rebung bambu, bonggol pisang, urine hewan (sapi atau kelinci), nasi basi, tape singkong, buah maja, dll.

Bakteri bermanfaat seperti *Azotobacter* sp, *Aspergillus* sp, dan *Azospirillum* sp dapat diperbanyak populasinya melalui fermentasi limbah organik yang bisa disebut dengan proses pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL). Salah satu limbah organik yang dapat digunakan untuk membuat MOL adalah bonggol pisang. Cara pembuatan dan pemanfaatan MOL bonggol pisang disajikan sebagai berikut:

Cara Pembuatan

- Siapkan 1 kg bonggol pisang, 2 ons gula merah, dan 2 liter air beras
- Bonggol pisang dipotong-potong kemudian ditumbuk-tumbuk
- Gula merah diiris-iris lalu dimasukkan ke dalam air beras dan aduk hingga rata
- Bonggol pisang yang telah ditumbuk masukkan ke larutan gula merah dan air beras, aduk hingga rata
- Masukkan seluruh adonan ke dalam wadah atau jerigen yang tertutup rapat
- Pasang selang pada jerigen dan masukkan ke dalam botol berisi air, hal ini dimaksudkan untuk membuang gas hasil fermentasi bahan
- Biarkan adonan selama 14 hari
- Buka tutup jerigen, lalu adonan disaring dan masukkan ke dalam botol aqua. Hasil saringan merupakan MOL bonggol pisang yang siap digunakan.



Gambar 113. Pembuatan MOL dari bonggol pisang (Sumber: OWT, 2016)

Cara Perbanyak

- MOL yang telah jadi tersebut selanjutnya dapat langsung digunakan atau diperbanyak lagi. Untuk memperbanyak lagi maka perlu disiapkan botol aqua lain, di mana MOL yang telah jadi dibagi ke dalam dua botol.
- Isikan air beras ke dalam botol-botol tersebut hingga hampir penuh
- Masukkan gula merah sebanyak 2 ons yang dibagikan ke dalam dua botol tersebut
- Biarkan botol tertutup rapat selama 14 hari, maka akan terbentuklah dua botol MOL baru
- Jika akan diperbanyak lagi, maka lakukanlah dengan cara yang sama



Gambar 114. Hasil MOL bonggol pisang (Sumber: OWT, 2015)

Cara Penggunaan

- **Untuk pengomposan:** gunakan MOL bonggol pisang lalu ditambah air tawar dengan perbandingan 1 liter MOL : 5 liter air tawar lalu ditambah gula merah 1 ons
- **Untuk pemupukan:** masukkan 1 liter MOL bonggol pisang ke dalam 15 liter air lalu campur secara rata dan semprotkan ke tanaman pagi dan sore.

Kandungan jenis mikroorganisme pada beberapa bahan organik untuk pembuatan MOL disajikan pada table berikut:

Tabel 15. Kandungan jenis mikroba pada beberapa limbah organik (Sumber: Trubus, 2012)

No	Bahan	Jenis mikroba yang terkandung
1	Rebung bambu	<i>Azotobacter sp, Azospirillum sp</i>
2	Bonggol pisang	<i>Azotobacter sp, Azospirillum sp, dan Aspergillus sp</i>
3	Sampah sayuran	<i>Pseudomonas sp, Aspergillus sp, Lactobacillus sp</i>
4	Nasi basi	<i>Azotobacter sp</i>
5	Keong mas	<i>Azotobacter sp, Azospirillum sp, Aspergillus sp, Pseudomonas sp</i>
6	Urine (sapi, kelinci)	<i>Azotobacter sp, Azospirillum sp, Aspergillus sp, Rhizobium, Pseudomonas sp</i>
7	Bintil akar tanaman kacang-kacangan	<i>Rhizobium sp</i>
8	Di sekitar perakaran pohon meranti, melinjo, ekaliptus, pinus, merbau	<i>Mikorhiza kelompok ektomikorhiza</i>
9	Di sekitar perakaran tanaman legum, tanaman penutup tanah, tanaman pertanian, dll	<i>Mikorhiza kelompok endomikorhiza atau dikenal Vascular Arbuscular Micorrhizae (VAM)</i>

Keterangan: Untuk jamur mikorhiza kelompok endomikorhiza dan jamur *Trichoderma sp.*, untuk memperoleh kejelasan jenis mikroba, maka pada tahap awal sebaiknya populasi mikroba diperoleh dari laboratorium mikrobiologi, misalnya SEAMEO-Biotrop-Bogor, Litbang Kehutanan, LIPI Bogor, dll.

Manfaat masing-masing mikroorganismen disajikan sebagai berikut:

Tabel 16. Manfaat berbagai Mikroorganismen

No	Jenis Mikroba	Manfaat
A	Kelompok Bakteri	
1	<i>Rhizobium</i> sp, <i>Azospirillum</i> sp, dan <i>Azotobacter</i> sp	(a) Mengambil nitrogen dari udara dan menyediakannya untuk tanaman
2	<i>Pseudomonas</i> sp	(a) Meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman
3	<i>Aspergillus</i> sp dan <i>Penicillium</i> sp	(a) Meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman (b) Membantu proses pengomposan
4	<i>Lactobacillus</i> sp	(a) Mengendalikan penyakit (b) Membantu pengomposan pada ruang terbuka (memerlukan oksigen)
B	Kelompok Jamur	
1	Mikorhiza (kelompok ektomikorhiza dan endomikorhiza)	(a) Membantu menyerap unsur hara untuk tanaman, (b) Meningkatkan tersedianya unsur fosfor, (c) Mencegah serangan penyakit akar, (d) Merangsang pertumbuhan akar, (e) Membantu penyerapan air sehingga tanaman tahan terhadap kekeringan
2	<i>Trichoderma viride</i> dan <i>Trichoderma harzianum</i>	(a) Membantu proses pengomposan, (b) Menghambat pertumbuhan jamur penyebab penyakit akar

Tabel 17. Daftar berbagai bahan organik dan cara pembuatan MOL (Sumber: Trubus, 2012)

No	Bahan Sumber Bakteri	Kebutuhan Bahan	Waktu Pembuatan	Cara Penggunaan
1	Rebung bambu	1 kg rebung bambu, 3 liter air beras, 2 ons gula merah	15 hari	a. Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah b. Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.
2	Bonggol pisang	1 kg bonggol pisang, 2 liter air beras, 2 ons gula merah	7-14 hari	a. Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah b. Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.
3	Batang pisang	3 kg batang pisang, 5 liter air beras, ½ kg gula merah	14-21 hari	a. Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah b. Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.
4	Sampah sayuran	<ul style="list-style-type: none"> • 5 kg limbah sayuran hijau, • ¼ kg garam (sebanyak 5% dari berat limbah sayuran, ditaburkan pada setiap ketebalan 5 cm lapisan potongan sayuran), • 10 liter air cucian beras, • 2 ons gula merah (ditambahkan setelah 3 minggu proses fermentasi) 	3-4 minggu	a. Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 2 ons gula merah c. Untuk pemupukan : 4 ml MOL + 2 liter air, semprot pagi dan sore. Untuk padi pada umur 10, 20, 30, dan 40 hari setelah tanam

5	Nasi basi	10 sendok nasi basi, 4 genggam daun bambu lapuk, kertas koran, 4 liter air. Caranya Letakkan daun bambu di atas koran, masukkan nasi, semprot air agar lembab, bungkus dengan koran, biarkan 4-5 hari akan terbentuk jamur, masukkan semua bahan ke dalam jerigen keadaan terbuka, biarkan 4-5 hari, saring dan MOL nasi siap digunakan	4-5 hari pertama terbentuk jamur, 4-5 hari kedua terbentuk MOL	a. 1 liter MOL nasi + 5 liter air, aduk dan semprotkan pada tanaman
6	Keong mas	1 kg keong mas segar, 2 liter air kelapa, 2 ons gula merah	14 hari	a. Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah b. Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.
7	Urine (sapi, kelinci)	1 liter urine kelinci/sapi, 2 kg gula merah	14-21	a. Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.
8	Daun Gamal	1 kg daun gamal, 2 liter air beras, 2 ons gula merah	21	a. Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 10 liter air, semprot pagi dan sore.
9	Limbah buah-buahan	2 kg limbah buah-buahan, 1 liter air kelapa, 3 ons gula merah	10-15	a. Untuk pengomposan : 1 liter MOL + 5 liter air + 1 ons gula merah b. Untuk pemupukan : 1 liter MOL + 15 liter air, semprot pagi dan sore.

4.4.2. Pembuatan mikorhiza

Untuk membuat pupuk hayati dari cendawan mikorhiza, maka pada tahap awal perlu mengetahui kelompok cendawan mikorhiza yang akan digunakan. Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya bahwa cendawan mikorhiza terbagi menjadi dua kelompok utama, yaitu: **Ektomikorhiza** dan **Endomikorhiza**. Cara pembuatan pupuk hayati masing-masing kelompok mikorhiza dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Jenis Ektomikorhiza

Kelompok cendawan ektomikorhiza dapat menghasilkan tubuh buah yang biasanya tumbuh di sekitar pohon inangnya. Jenis pohon yang bersimbiosis dengan kelompok ektomikorhiza antara lain: meranti, pinus, melinjo, ekaliptus, dan merbau. Cara pembuatan pupuk hayati ektomikorhiza adalah sebagai berikut:

- Panen tubuh buah di bawah tegakan pohon
- Belah tubuh buah dan ambil bagian daging buahnya yang mengandung jutaan spora
- Timbang 20 gram daging buah lalu masukkan dalam 1 liter air
- Blender hingga rata, maka MOL mikorhiza siap digunakan
- Masukkan 1 liter larutan mikorhiza tersebut ke dalam 5 liter air lalu aduk merata
- MOL Ektomikorhiza siap digunakan
- Cara menggunakan: suntikan 5 ml MOL ektomikorhiza di dekat perakaran bibit tanaman, ingat tidak semua tanaman dapat ditulari jamur ektomikorhiza. Tanaman yang dapat ditulari adalah semua jenis meranti, pinus, ekaliptus, melinjo, merbau.

b. Jenis Endomikorhiza

Kelompok cendawan endomikrohiza tidak menghasilkan tubuh buah. Jenis cendawan endomikorhiza bersimbiosis dengan hampir sebagian besar jenis tanam-tanaman, baik tanaman pertanian, perkebunan, maupun kehutanan. Sporan cendawan endomikorhiza dapat diperbanyak dengan cara sebagai berikut:

- Pada tahap awal inokulum cendawan endomikorhiza dapat dibeli dari lembaga-lembaga penelitian mikrobiologi, antara lain: SEAMEO-Biotrop, LIPI, PAU IPB, Litbang Kehutanan, dll. Beberapa jenis endomikorhiza yang banyak dikembangkan antara lain: *Glomus fasciculatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus aggregatum*, *Gigaspora margarita*, dll.
- Siapkan media tanaman yang telah steril sebanyak 20 kg (misalnya dikukus dalam drum selama 8 jam)
- Letakkan media tanam dalam bak-bak kecambah plastik atau papan kayu
- Taburkan benih tanaman inang, misalnya : *Centrosema* sp, cabe, bawang, tomat, shorgum pada media tanaman yang telah steril tersebut, biarkan benih berkecambah dan semai tumbuh
- Taburkan endomikorhiza yang telah dibeli tersebut di sekitar perakaran semai (1 kg endomikorhiza ditaburkan dalam 20 kg media tanaman)
- Selanjutnya dari 20 kg tanah yang populasi spora endomikrohizanya sudah diperbanyak, maka dapat diperbanyak kembali pada media tumbuh berikutnya dengan cara yang sama yaitu mengambil 1 kg tanah bermikorhiza yang ditaburkan pada 20kg tanah steril yang sudah ditumbuhi tanaman inang.
- Biarkan selama 2-3 bulan, maka spora endomikrohiza akan memperbanyak diri
- Cara menggunakan : Letakkan 1 sendok makan MOL Endomikorhiza di sekitar perakaran tanaman

4.1.2. Pembuatan *Trichoderma sp*

Perbanyakan jamur *Trichoderma sp* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Perbanyakan dari spora alam

- Siapkan limbah nasi dan dibersihkan dari sisa makanan yang lain, kemudian dicuci bersih
- Limbah nasi yang telah bersih, kemudian dijemur sampai kering (nasi aking)
- Nasi aking dicuci, kemudian ditiriskan
- Nasi aking dikukus selama 15 menit kemudian didinginkan
- Masukkan nasi ke dalam plastik sebanyak 200 gr, padatkan, lipat bagian atas plastik kemudian dikukus selama 30 menit.
- Dinginkan, masukkan 1 sendok stater *Trichoderma sp* tutup plastik menggunakan steples.
- Simpan ditempat yang sejuk dan lembab dengan suhu 30° C
- Setelah 3 hari akan tubuh cendawan *Trichoderma sp* dan siap digunakan jika warnanya berubah menjadi hijau tua
- Cara menggunakan : dengan ditabur di sekitar tanaman, sebagai campuran pupuk, disiram pada tanaman (dosis 5 sendok MOL *Trichoderma* dalam 1 ember air)

Perbanyakan dari isolat murni

- Siapkan isolat murni berbagai jenis *Trichoderma sp*, di mana pengadaannya dapat diperoleh dari lembaga-lembaga penelitian mikrobiologi, seperti: SEAMEO-BIOTROP, IPB, Litbang Kehutanan Bogor, dll.
- Siapkan media PDA (Potato Dektros Agar) yang sudah disterilkan menggunakan autoclave. Tuang media PDA yang sudah disterilkan ke cawan petri.
- Masukkan isolat murni *Trichoderma sp* ke dalam medi PDA dalam cawan petri. Proses ini dilakukan dalam ruang steril menggunakan alat *Laminar Air Flow*. Dalam 1-2 minggu seluruh media dalam cawan petri akan dipenuhi oleh jamur *Trichoderma sp*. Bibit ini selanjutnya disebut sebagai bibit F0 *Trichoderma sp*.
- Siapkan media jagung atau shorgum dalam plastik PP (polipropilena), kemudian disterilkan. Media ini disebut F1. Setelah dingin, maka bibit F0 cendawan *Trichoderma sp* bisa dimasukkan ke dalam baglog F1 tersebut. Bibit jamur F0 yang ditumbuhkan pada media F1 tersebut akan memenuhi seluruh media baglog setelah 2 minggu. Bibit ini selanjutnya disebut sebagai bibit F1 *Trichoderma sp*.
- Siapkan media campuran dedak (15%), jagung (5%), kapur (1%), dan serbuk gergaji (79%), lalu masukkan ke dalam baglog plastik PP, kemudian disterilkan. Media ini disebut F2. Setelah dingin, maka bibit F1 cendawan *Trichoderma sp* bisa dimasukkan ke dalam baglog F2 tersebut. Bibit jamur F1 yang ditumbuhkan pada media F2 tersebut akan memenuhi seluruh media baglog setelah 2-3 minggu. Bibit ini selanjutnya disebut sebagai bibit F2 *Trichoderma sp*.
- Siapkan media campuran dedak (15%), jagung (2%), kapur (2%), gips (2%), dan serbuk gergaji (79%), lalu masukkan ke dalam baglog plastik PP, kemudian disterilkan. Media ini disebut F3. Setelah

dingin, maka bibit F2 cendawan *Trichoderma* sp bisa dimasukkan kedalam baglog F3 tersebut. Bibit jamur F2 yang ditumbuhkan pada media F3 tersebut akan memenuhi seluruh media baglog setelah 3 mingguan. Bibit ini selanjutnya disebut sebagai bibit F3 *Trichoderma* sp.

- Bibit F3 siap digunakan untuk tanaman sebagai pestisida hayati atau sebagai starter dalam proses pengomposan.



Gambar 115. Pertumbuhan bibit F0 *Trichoderma* sp. dalam media PDA di cawan petri



Gambar 116. Pertumbuhan bibit F1 *Trichoderma* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Habibi, Lafran S.T. 2009. Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Rumah Tangga. Titian Ilmu. Bandung
<http://isroi.wordpress.com/2008/02/26/pupuk-organik-pupuk-hayati-dan-pupuk-kimia/>
http://id.wikipedia.org/wiki/Pupuk_organik
<https://id.wikipedia.org/wiki/Trichoderma>
- Supriyanto. 1996. Penggunaan Inokulum Kelereng Alginat dalam Uji Efektifitas pada Semai Beberapa Jenis Dipterocarpaceae. Laporan DIP 1995/1996. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.
- Supriyanto. 1997. Pengenalan Silvikultur Tanaman Hutan dan Teknik Pembibitan Tanaman Hutan. Makalah Pelatihan Manajemen Perbenihan dan Persemaian Tahun 1997 Tingkat Asper/ KBKPH dan Sederajat. Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Cianjur.
- Supriyanto and Ujang S. Irawan. 1997. Inoculation Techniques of Ectomycorrhizae. Seminar of Mycorrhizae, Ministry of Forestry – Overseas Development Administration/United Kingdom, 28 – 29 February 1997, Balikpapan, East Kalimantan.
- Trubus. 2012. Mikroba Juru Masak Tanaman: Dongkrak Hasil Panen 3 Kali Lipat.
- Yuwono, Dipo. 2006. Kompos. Penebar Swadaya, Depok.

