

Bambang Budi Santoso  
IGM Arya Parwata

# GRAFTING

TEKNIK MEMPERBAIKI  
PRODUKTIVITAS TANAMAN

## JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.)



# KATA PENGANTAR

Penggunaan benih dan/atau bibit asalan yang belum diketahui identitas potensi hasilnya merupakan salah satu sebab rendahnya produktivitas tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) saat ini. Penyediaan benih maupun bibit unggul bermutu pada tanaman jarak pagar dapat dilakukan dengan penerapan teknik penyambungan (*grafting*). Sebagai batang bawah digunakan jenis lokal yang telah beradaptasi baik di daerah pengembangan ataupun menggunakan jarak ulung (*Jatropha gossypifolia* L.) merupakan famili Euphobiaceae yang memiliki karakter sangat baik beradaptasi pada daerah kering maupun marginal, sedangkan sebagai batang atas dapat digunakan jenis atau aksesori unggul yang sudah diketahui kemampuan produksinya.

Apabila teknologi *grafting* diikuti dan diterapkan dengan baik mulai dari penyiapan batang bawah, pemeliharaan hasil sambung bibit, hingga persiapan dan pemilihan bahan batang atas (entris), serta pelaksanaan penyambungannya, maka diharapkan tingkat keberhasilan sambung sekurang-kurangnya dapat menyediakan populasi tanaman jarak pagar yang seragam yang memiliki tingkat produktivitas yang lebih baik bila dibandingkan dengan populasi tanaman jarak pagar yang telah ada sekarang ini.

Keberhasilan *grafting* dapat ditentukan ketika fungsi floem dan xylem terhubung dengan baik (kompatibel) antara kedua permukaan sambungan (batang atas dan batang bawah). Namun demikian, seberapa besar hal itu dapat dicapai pada tanaman jarak pagar masih belum banyak diketahui dan juga terpublikasi. Buku ini merupakan tulisan mengenai penerapan teknik sambung atau *grafting* pada tanaman jarak pagar, baik pada aspek penyediaan bibit maupun rehabilitasi tanaman non-produktif melalui *top-working* hasil penelitian yang didanai oleh Penelitian Desentralisasi Skim Hibah Bersaing Universitas Mataram Tahun 2013, dengan nomor kontrak 023.04.2.415278/2013 tanggal 5 Desember 2012.

Buku ini terdiri atas beberapa bab, yaitu Bab 1. Pendahuluan, Bab 2 Meningkatkan Produksi dengan Teknik Penyambungan, Bab 3. Teknik *Grafting* pada Jarak Pagar, dan Bab 4. Pertumbuhan Tanaman Hasil sambung di Lapang Produksi.

Semoga penerbitan buku yang berjudul “Grafting-Teknik Memperbaiki Produktivitas Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)” ini bermanfaat bagi program pengembangan sumber alternatif bahan bakar minyak yang terbarukan di Nusa Tenggara Barat (Indonesia), maupun program-program terkait lainnya.

Terimakasih dan penghargaan disampaikan kepada LITABMAS DIKTI, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia dan Universitas Mataram, yang telah menyediakan dana penelitian melalui Skim Hibah Bersaing Penelitian Desentralisasi. Penulisan buku ini merupakan salah satu keluaran dari pelaksanaan penelitian tersebut.

Mataram, Desember 2013

Penulis,

Bambang Budi Santoso  
I Gusti Made Arya Parwata

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
A. Sekilas Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> L.) ....	2
B. Jarak Pagar Sebagai Sumber Bahan Bakar Nabati .....	4
C. Kondisi Pengembangan Tanaman Jarak Pagar .....	6
BAB 2. MENINGKATKAN PRODUKSI DENGAN TEKNIK SAMBUNG ( <i>grafting</i> ) .....	9
A. Meningkatkan Produksi Tanaman Jarak Pagar .....	10
B. Penyambungan ( <i>Grafting</i> ) .....	12
C. Penyambungan Pada Bibit .....	16
D. Penyambungan pada Tanaman Dewasa .....	17
BAB 3. TEKNIK GRAFTING PADA TANAMAN JARAK PAGAR .....	21
A. Penyambungan pada Bibit .....	22
B. Penyambungan pada Tanaman Dewasa .....	29
C. Pemeliharaan Pasca Penyambungan .....	36
Bab 4. PERTUMBUHAN TANAMAN HASIL SAMBUNG DI LAPANG PRODUKSI .....	38
A. Pertumbuhan Bibit dan Tanaman Asal Bibit Sambungan .....	39
B. Pertumbuhan Tanaman Hasil Sambung Tanaman Dewasa .....	44

C. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan Penyambungan Tanaman Jarak Pagar .....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	55
DAFTAR ISTILAH .....	59
INDEK .....	65

# DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1.1.	Tanaman jarak pagar genotype Lombok Barat, NTB berumur 3 tahun ..... 3
1.2.	Buah dan biji jarak pagar ..... 4
2.1.	Ilustrasi teknik sambung celah (V) dan dapat dilakukan secara celah terbalik atau <i>Inverted Wedge Graft</i> ( $\Lambda$ ) ..... 14
2.2.	Ilustrasi teknik sambung samping. Batang dari tanaman sebagai batang bawah ( <i>rootstock</i> ) yang ada di atas bidang sambung dipotong setelah entris telah tampak tumbuh ..... 14
2.3.	Ilustrasi teknik sambung <i>Bark Grafting</i> ..... 15
2.4.	Ilustrasi teknik sambung <i>Clef Grafting</i> ..... 16
2.5.	Pertanaman jarak pagar dari jenis yang tidak produktif (atas), dan pertanaman yang telah dipangkas untuk dipersiapkan dilakukan <i>top-working</i> sebagai usaha perbaikan produktivitas tanaman (bawah) ..... 20
3.1.	Bibit hasil sambung pucuk (teknik sambung celah). Kondisi sesaat setelah sungkup dibuka (atas) dan saat umur 3 minggu setelah penyambungan (bawah) ..... 23
3.2.	Jarak ulung ( <i>Jatropha gossypifolia</i> L.), baik digunakan sebagai batang bawah dalam rangka mempersiapkan bibit tanaman jarak pagar unggul berkualitas ..... 24
3.3.	Pembibitan calon batang bawah. Persiapan lubang tanam, penanaman, dan semai yang telah tumbuh (atas), bibit jarak pagar (tengah), jarak ulung (bawah) saat berumur satu bulan ..... 26
3.4.	Batang bawah yang dipersiapkan untuk sambung celah (V) dan sambung celah terbalik ( $\Lambda$ ) ..... 26

3.5.	Entris yang dipersiapkan untuk sambung celah (V) dan sambung celah terbalik ( $\Lambda$ ) .....	27
3.6.	Tahapan sambung pucuk antara batang atas <i>Jatropha curcas</i> L. dengan batang bawah ( <i>Jatropha gossyifipolia</i> L.) .....	28
3.7.	Sesaat penyambungan samping dilakukan (kiri), tunas entris setelah 3 minggu penyambungan dan setelah batang atas dipotong (kanan) pada teknik sambung samping tanaman dewasa .....	31
3.8.	Sambung langsung pada tanaman dewasa (teknik <i>clef rafting</i> ) satu entris (atas), dua entris, dan tiga entris (bawah) .....	32
3.9.	Tahapan persiapan batang bawah tanaman jarak pagar dewasa (4 tahun setelah tanam). Tunas percabangan siap sambung (kiri-bawah) .....	34
3.10.	<i>Top-working</i> pada tanaman jarak pagar dengan teknik sambung pucuk tidak langsung. Tanaman jarak pagar yang telah membentuk beberapa tunas setelah pemangkasan (atas). Tahapan sambung pucuk (bawah, arah jarum jam) .....	35
4.1.	Pangkal batang tanaman jarak pagar umur 9 bulan asal sambungan batang bawah berupa <i>J. gossyifipolia</i> L. (kiri) dan <i>J. curcas</i> L. (kanan) .....	42
4.2.	Tanaman asal bibit sambung yang telah berbunga dan berbuah pada saat umur sekitar 70-80 hari setelah tanam .....	43
4.3.	Pertumbuhan dan perkembangan tunas entris setelah penyambungan (teknik sambung samping pada tanaman jarak pagar dewasa) .....	45
4.4.	Pertumbuhan dan perkembangan tunas entris setelah penyambungan (teknik sambung <i>clef graft</i> dua entris pada tanaman jarak pagar dewasa). Buah pertama terbentuk setelah 80 hari setelah penyambungan (tanda panah merah) dan bidang sambung (tanda panah hitam) .....	45
4.5.	Pertanaman tidak produktif menjadi produktif dengan teknik sambung samping .....	53

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **Isi Bab**

Pada Bab 1 ini berisikan materi-materi yang menjelaskan mengenai tanaman jarak pagar secara umum, manfaat tanaman jarak pagar, dan pentingnya tanaman jarak pagar sebagai sumber energi.

### **Tujuan Bab**

Setelah membaca dan mempelajari isi Bab 1 ini, pembaca diharapkan akan mampu:

- Menjelaskan secara umum apa itu tanaman jarak pagar,
- Menjelaskan manfaat-manfaat tanaman jarak pagar,
- Mengerti dan kemudian mampu menjelaskan betapa pentingnya tanaman jarak pagar sebagai sumber alternatif bahan bakar minyak



## A. Sekilas Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Jarak pagar yang istilah biologinya *Jatropha curcas* L. merupakan tanaman berupa semak (perdu) atau pohon. Tinggi tanaman dapat mencapai kisaran 1-7 meter dengan sistim percabangan tidak teratur. Batangnya berkayu, silindris, dan bila terluka mengeluarkan getah. Tanaman memiliki daun tunggal berlekuk dan bersudut 3 atau 5, yang tersebar di sepanjang batang. Permukaan atas dan bawah daun berwarna hijau dengan bagian bawah lebih pucat dibandingkan dengan permukaan atas. Bunga tanaman jarak pagar adalah bunga majemuk berbentuk malai, berwarna kuning kehijauan, berkelamin tunggal, dan berumah satu (putik dan benang sari dalam satu tanaman). Bunga jantan 4-5 kali lebih banyak dari bunga betina, bahkan sering dijumpai yang lebih dari itu. Jarak pagar termasuk tanaman monoecious dan bunganya uniseksual. Kadangkala muncul bunga hermaphrodit yang berwarna hijau kekuningan. Buah tanaman jarak pagar berupa buah kotak berbentuk bulat telur dengan diameter 2-4 cm, panjang buah 2-3 cm dengan ketebalan sekitar 1 cm. Buah berwarna hijau ketika muda dan kemudian kuning setelah matang, serta abu-abu kecoklatan atau kehitaman ketika masak. Buah jarak terbagi menjadi 3 ruang, masing-masing ruang berisi satu biji sehingga dalam setiap buah terdapat tiga biji. Biji berbentuk bulat lonjong dan berwarna coklat kehitaman. Biji inilah yang banyak mengandung minyak dengan rendemen sekitar 30-50% dan mengandung racun sehingga tidak dapat dimakan.

Tanaman jarak pagar dapat tumbuh mulai dari daerah beriklim sangat kering hingga basah dan lahan marginal. Namun demikian untuk dapat berproduksi baik, tanaman tetap membutuhkan batas-batas kondisi ekosistem tertentu. Saat sekarang ini, sebagian besar populasi tanaman jarak pagar yang ada tumbuh dan berkembang sebagai pagar pembatas halaman maupun kebun atau tumbuh secara liar di hamparan lahan yang tidak dimanfaatkan.

Tanaman jarak pagar yang telah ada sejak ratusan tahun di Indonesia sebenarnya berasal dari Cape Verde, Amerika Tengah. Tanaman ini dibawa dan diperkenalkan oleh bangsa Jepang saat

masa penjajahan mereka dahulu, dan kemudian menyebar di seluruh pelosok negeri Indonesia dengan berbagai nama daerah.

Selama tumbuh dan berkembang di Indonesia, tanaman jarak pagar memiliki banyak manfaat atau multifungsi. Manfaat paling sederhana adalah sebagai bahan pembatas atau pagar halaman, sebagai sumber penerang saat bulan puasa di beberapa daerah, hingga sebagai bahan alternatif bahan bakar minyak. Oleh karena adanya kandungan beberapa senyawa (bahan alam nabati) pada seluruh bagian tanaman, maka tanaman jarak pagar bermanfaat sebagai bahan obat penyakit kulit, ambien, luka, bengkak, sakit gigi, reumatik, kontrasepsi, obat penyakit kelamin, obat cacung, dan anti kanker. Minyak jarak dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kosmetika seperti sabun. Hal ini dikarenakan minyak jarak pagar mampu memberikan efek pembusaaan yang sangat baik dan memberikan efek positif terhadap kulit.



Gambar 1.1. Tanaman jarak pagar genotipe Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat berumur 3 tahun



Gambar 1.2. Buah dan biji jarak pagar

Bahan kimia yang bersifat toksik seperti *hydrocarbon/stereo ester, tryacycerol*, asam lemak bebas, *diacyglycerol, sterol, monoacyglycerol* dan lipida, dapat digunakan sebagai pengendali serangga. Bahan yang diketahui bersifat toksik terhadap serangga adalah yang bersifat *unsaponifiable* yang di dalamnya terdapat *sterol* dan *tryphenen alcohol*.

Minyak hasil pengepresan sederhana dapat langsung digunakan sebagai minyak bakar sebagai pengganti minyak tanah. Minyak yang diperoleh bila melalui proses kimiawi seperti esterifikasi akan menghasilkan bahan bakar serupa solar, yang kemudian dikenal sebagai biodisel. Minyak jarak pagar (CJO = *Crude Jatropha Oil*) dapat juga digunakan sebagai pengganti minyak tanah untuk kompor minyak tanah bertekanan (pompa) dan lampu petromaks. Sedangkan PPO (*Pure Plant Oil*) dapat digunakan sebagai pengganti solar.

## **B. Jarak Pagar Sebagai Sumber Bahan Bakar Nabati**

Kebutuhan energi, termasuk bahan bakar minyak, terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi, sementara itu cadangan energi fosil yang tersedia semakin menipis. Pada sisi lain, limbah dari pemakaian bahan bakar minyak fosil dapat menyebabkan kerusakan lapisan atmosfer sehingga meneruskan radiasi cahaya matahari dan memantulkan radiasi gelombang panjang atau radiasi balik dalam wujud panas bumi. Kondisi ini menyebabkan suhu atmosfer semakin panas yang kemudian dikenal dengan istilah efek rumah

kaca dan berujung pada perubahan iklim dan pemanasan global (*global warming*). Kenyataan ini mempengaruhi sikap manusia untuk berusaha mencari sumber alternatif bahan bakar minyak yang lebih baik, lebih aman bagi lingkungan, dan sekaligus dapat diperbaharui.

Bahan bakar nabati (BBN) adalah bahan bakar yang diperoleh atau dibuat atau berasal dari biomassa, seperti tanaman, yang berbentuk cair, gas, maupun padat. Bahan bakar nabati berbentuk cair merupakan bahan bakar nabati yang oleh sebagian besar ilmuwan memandang memiliki nilai strategis bagi keterjaminan pasokan energi nasional atau *energy security*, dan paling tinggi nilai ekonominya. Karena itulah maka BBN cair dewasa ini lebih populer dan pengembangan industrinya sangat diperhatikan oleh sebagian besar negara.

Pengembangan jenis bahan bakar minyak ini sangat menjanjikan dan memiliki prospek keekonomian yang menguntungkan. Peluang pasar ekspor juga terbuka karena berbagai negara maju (terutama Uni Eropa) menargetkan peningkatan pemanfaatan BBN namun demikian kemampuan untuk memproduksi bahan mentahnya terbatas.

Salah satu sumber BBN cair yang terbarukan adalah minyak biji dari tanaman jarak pagar. Oleh karena itu, maka potensi bisnis budidaya jarak pagar layak untuk dipertimbangkan, apalagi di Indonesia tanaman jarak pagar cukup mudah ditemukan dan dikembangkan. Pada saat kondisi krisis energi seperti sekarang ini, sebagai salah satu komoditi pertanian, maka sektor pertanian dituntut mampu berperan mengatasi kelangkaan energi pada masa mendatang. Pengembangan bioenergi menjadi pilihan yang tepat untuk dikembangkan agar supaya dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang tidak terbarukan.

Potensi yang tinggi untuk dikembangkan sebagai sumber alternatif bahan bakar minyak, merupakan dasar bagi pemerintah untuk mengatur program pengembangannya. Perpres Nomor 5 Tahun 2006 diterbitkan untuk mengatur Kebijakan Energi Nasional, yang isinya bahwa penyediaan biofuel minimal 5% pada tahun 2025, dan Inpres Nomor 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan

Bakar Lain. Adapun tugas Menteri Pertanian berdasarkan Inpres Nomor 1 Tahun 2006 tersebut adalah mendorong penyediaan tanaman bahan bakar nabati (biofuel), melakukan penyuluhan pengembangan tanaman bahan baku bahan bakar nabati (biofuel), memfasilitasi penyediaan benih dan bibit tanaman bahan baku bahan bakar nabati (biofuel), dan mengintegrasikan kegiatan pengembangan dan kegiatan pascapanen tanaman bahan baku bahan bakar nabati.

Sehubungan dengan sifat tanaman jarak pagar yang tahan terhadap kekeringan, maka tanaman ini dapat tahan hidup di daerah dengan curah hujan rendah. Pada sisi lain, bahwa ada berbagai keuntungan lainnya dalam pemanfaatan bahan bakar minyak nabati, maka pengembangan tanaman jarak pagar di lahan kering akan merupakan peluang besar bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat yang berada di sekitar lahan kering. Alasan mendasar pengembangan tanaman jarak pagar sebagai sumber energi terbarukan terutama bahan bakar cair nabati sebagai pengganti minyak tanah bagi masyarakat perdesaan sangat diperlukan antara lain karena penyediaan energi konvensional ke daerah terpencil menjadi mahal karena adanya tambahan biaya distribusi, untuk mengurangi ketergantungan bahan bakar konvensional, mengurangi dampak lingkungan melalui pengurangan penebangan hutan yang tidak terkendali, tanaman jarak merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan dan juga merupakan tanaman non pangan, kandungan energi yang cukup besar, dan merupakan sumber energi terbarui.

### **C. Kondisi Pengembangan Tanaman Jarak Pagar**

Tanaman jarak pagar memang sudah lama dikenal masyarakat Indonesia, namun masyarakat umumnya menanam jarak pagar sebagai pembatas pekarangan, kebun, dan tegalan bukan sebagai tanaman budidaya. Di Nusa Tenggara Barat khususnya, pemanfaatan tanaman jarak pagar hanya sebatas sebagai obat sakit gigi dan sebagai penerangan di saat bulan puasa ramadhan, yaitu dikenal sebagai *dila jojor*.

Pengembangan tanaman jarak pagar sebagai tanaman sumber energi alternatif telah mengalami hambatan. Kegagalan yang

dihadapi pada saat tahun kedua dan ketiga program pengembangannya disebabkan ketidak-pastian pasar hasil pertanaman maupun tingkat produktivitas hasil tanaman per satuan luas lahan.

Jika hasil kajian para ahli yang menetapkan bahwa keuntungan baru akan diperoleh petani pengembang, jika tanaman jarak pagar tersebut memiliki tingkat produktivitas minimal 2 ton/ha telah diperoleh sejak tahun pertama budidayanya, maka kondisi tersebut tidak akan dicapai jika pengembangannya hanya menggunakan bahan tanam (benih dan bibit) asalan. Untuk mendapatkan keuntungan yang berarti bagi usahatani tanaman ini, tanaman sebaiknya memiliki tingkat produktivitas minimal 4-5 ton/ha. Oleh karena itu, untuk mendapatkan populasi dengan tingkat produktivitas seperti itu, maka harus dihasilkan individu-individu tanaman unggul baik melalui seleksi maupun hibridisasi.

Pengembangan tanaman jarak pagar telah menghasilkan populasi terperbaiki (*Improved Population* = IP) melalui teknik seleksi massa. "Cane-Top" merupakan galur unggul yang dihasilkan oleh perusahaan PT Rajawali II Cirebon bekerja sama dengan Puslitbang Perkebunan. "Cane-Top" berpotensi hasil biji berkisar 4-5 ton/ha/tahun. Perbaikan populasi juga telah dilakukan oleh Puslitbang Perkebunan melalui kegiatan seleksi massa negatif *provenan* yang dikumpulkan dari berbagai daerah di Indonesia. Bahan tanaman ini memiliki tingkat produksi yang lebih tinggi dibanding rata-rata populasinya, yaitu mencapai 1 ton/ha/tahun dengan kadar minyak berkisar 36–37 % pada hasil seleksi siklus pertama (IP-1) dan 2 ton/ha/tahun pada *provenan* hasil seleksi siklus kedua (IP-2). Telah pula dihasilkan IP-3 yang berpotensi hasil lebih dari 2 ton/ha/tahun di tahun pertama dan kedua atau dapat mencapai 6 ton/ha/tahun setelah tahun kelima.

Melalui seleksi massa beberapa genotipe Nusa Tenggara Barat, telah dihasilkan pula genotipe unggul yang kemudian diidentifikasi sebagai IP-1 NTB dan kemudian IP-2 NTB, yang memiliki potensi hasil lebih 4 ton/ha/tahun setelah tanaman berumur 4 tahun. Hasil pengembangan genotipe unggul ini masih perlu dilakukan lebih lanjut untuk menghasilkan tanaman dengan potensi hasil lebih 5 ton/ha/tahun.

Ketersediaan varietas unggul yang berpotensi hasil tinggi maupun tahan terhadap hama-penyakit, dan cekaman lingkungan, serta yang sesuai dengan kebutuhan konsumen, menjadi syarat yang harus dipenuhi dalam pengembangan industri perminyakan berbasis tanaman jarak pagar. Jenis-jenis unggul dapat dirakit atau diperoleh melalui kegiatan seleksi massa, hibridisasi, maupun pengembangannya dengan teknik bioteknologi.

Kondisi terakhir dari pengembangan jarak pagar melalui seleksi massa, kini telah menghasilkan IP-3, yaitu IP-3A untuk daerah pengembangan lahan kering, IP-3M untuk daerah pengembangan lahan kering dan daerah bercurah hujan sedang, dan IP-3P untuk daerah pengembangan lahan basah. Dilaporkan Puslitbangun, bahwa galur jarak pagar IP-3 memiliki potensi produksi mencapai 2,5-3,5 ton/ha pada tahun pertama, dan dapat mencapai 7-10 t/ha/th pada tahun keempat, dengan rendemen minyak berkisar 31-32 persen. IP-1 NTB dan IP-2 NTB juga merupakan jenis unggul khusus genotipe NTB.

Selain melalui seleksi massa dan hibridisasi maupun penggunaan bioteknologi, percepatan pengadaan populasi tanaman jarak pagar berpotensi hasil tinggi juga dapat dilakukan dengan cara vegetatif. Penyambungan (*grafting*) merupakan salah satu teknik perbaikan tanaman yang dilakukan dengan cara menyisipkan batang jenis-jenis unggul sebagai batang atas yang dikehendaki sifatnya pada tanaman yang nantinya sebagai batang bawah. Tanaman batang bawah biasanya sudah tidak produktif kemudian disambung dengan entris dari jenis lain agar tanaman tersebut kembali produktif. Teknik ini kemudian lebih dikenal sebagai *Top Working*. Buku ini kemudian menjelaskan capaian yang telah diperoleh dalam usaha percepatan peningkatan produktivitas populasi tanaman jarak pagar yang telah ada dengan menggunakan teknik sambung dan memanfaatkan bahan tanaman unggul yang telah dijelaskan di atas.

# **BAB 2**

## **MENINGKATKAN PRODUKSI DENGAN TEKNIK PENYAMBUNGAN (Grafting)**

### **Isi Bab**

Bab ini berisikan penjelasan-penjelasan mengenai teknik meningkatkan produksi tanaman, beberapa teknik sambung (*grafting*), aplikasi penyambungan pada bibit, dan penyambungan pada tanaman dewasa.

### **Tujuan Bab**

Setelah membaca dan mempelajari isi bab ini, pembaca diharapkan mampu:

- Menjelaskan teknik meningkatkan hasil atau produksi suatu tanaman (termasuk tanaman jarak pagar),
- Mengetahui dan kemudian mampu menjelaskan beberapa teknik sambung yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi tanaman,
- Mengetahui dan kemudian mampu menjelaskan aplikasi teknik sambung pada bibit tanaman untuk meningkatkan produksi tanaman, dan
- Mengetahui dan kemudian mampu menjelaskan aplikasi teknik sambung pada tanaman dewasa untuk meningkatkan produksi tanaman.



## **A. Meningkatkan Produksi Tanaman Jarak Pagar**

Usaha untuk merebut peluang pasar produk tanaman jarak pagar antara lain dengan pengembangan jenis-jenis atau genotipe tanaman jarak pagar unggul melalui kegiatan penyediaan bibit unggul berkualitas, dan melalui peremajaan, peluasan, dan rehabilitasi pertanaman tanaman jarak pagar yang telah ada menjadi pertanaman jarak pagar yang unggul berproduksi tinggi. Peremajaan adalah usaha menggantikan tanaman yang secara ekonomis tidak menguntungkan lagi karena produktivitasnya rendah dengan jenis-jenis yang baru untuk mendapatkan pertanaman yang produktivitas tinggi. Kegiatan perluasan adalah menanam tanaman jarak pagar di areal baru yang lingkungannya sesuai dengan persyaratan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar. Rehabilitasi kebun maupun populasi yang ada adalah kegiatan untuk memulihkan kondisi kebun atau populasi ke keadaan yang lebih baik, sehingga produktivitasnya meningkat. Rehabilitasi tanaman ditujukan pada populasi tanaman yang kurang produktif yang disebabkan mungkin karena kesalahan kultur teknis, serangan hama-penyakit, dan kekeringan, maupun kesalahan penanaman (jenis tidak unggul) yang akan mengakibatkan produktivitas tanaman per hektar rendah atau tidak menguntungkan untuk terus diusahakan.

Sebagai tanaman sumber energi, tentunya jenis-jenis yang unggul sangat diharapkan keberadaannya, setidaknya tanaman yang diusahakan dapat memberikan hasil yang optimal pada aspek kuantitas maupun kualitas. Salah satu cara yang cepat untuk perbaikan dan diversifikasi jenis (varietas) jarak pagar adalah dengan menggunakan teknik sambung (*grafting*). Teknik ini dapat diterapkan baik dari sejak bibit, yaitu pengadaan bibit unggul, maupun pada tanaman dewasa. Maksud daripada penyambungan pada tanaman dewasa adalah merupakan usaha peremajaan kembali tanaman yang telah tua atau telah tumbuh dan berkembang pada suatu lokasi tanpa membongkar tanaman tetapi dimanfaatkan untuk digunakan sebagai batang bawah.

Penyambungan diartikan sebagai mempersatukan dua atau lebih tanaman dengan teknik apapun sehingga tanaman-tanaman tersebut menyatu dan tumbuh sebagai satu tanaman tunggal

(Young and Sauls, 1985). Kemudian Hartmann *et al.* (2002) menjelaskan bahwa, bagian tanaman yang disisipkan untuk disambungkan disebut sebagai entris, yaitu merupakan bagian dari kombinasi baru yang disisipkan untuk kemudian menghasilkan bagian atas dari tanaman tersebut. Entris yang digunakan umumnya mempunyai dua atau lebih mata tunas. Sementara itu, batang bawah dari tanaman yang bersatu tersebut adalah tanaman yang merupakan bagian yang disisipkan entris, yang akan menghasilkan sistem perakaran.

Penyambungan pada tanaman jarak pagar baik pada fase bibit dalam rangka penyediaan bibit unggul berkualitas maupun pada tanaman sudah berproduksi atau pada tanaman dewasa pada prinsipnya sama. Penyambungan dapat diartikan sebagai memadukan batang bawah dengan batang atas hingga membentuk sambungan yang tetap dan kekal sebagai satu tanaman utuh. Biasanya batang bawah membawa sifat perakaran yang baik dan tahan terhadap keadaan tanah yang relatif tidak menguntungkan. Sedangkan batang atas memiliki sifat hasil (produksi) yang baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Penyambungan yang dilakukan pada tanaman jarak pagar sebagai sumber alternatif bio-energi adalah bertujuan untuk:

1. Ingin menanam suatu jenis (genotipe atau varietas) yang memiliki sistem perakaran tidak cukup baik beradaptasi pada daerah yang akan dikembangkan sebagai areal pertanaman jarak pagar, seperti tidak tahan kekeringan dan memiliki sistem perakaran yang dangkal. Oleh karena itu perlu disambungkan dengan jenis-jenis yang toleran terhadap kekeringan pada lokasi tersebut sebagai batang bawah.
2. Ingin menanam suatu jenis (genotipe atau varietas) yang tidak tahan terhadap serangan hama-penyakit akar, sehingga memerlukan perakaran dari suatu varietas yang tahan terhadap serangan hama tersebut.
3. Untuk mengubah suatu jenis (genotipe atau varietas) yang kurang disukai (misalnya karena tidak memiliki potensi hasil yang baik) dengan jenis lain, tanpa membongkar seluruh batang pokok tanaman yang lama.

## B. Penyambungan (*Grafting*)

Penyambungan (*grafting*) merupakan salah satu teknik perbaikan tanaman yang dilakukan dengan cara menyisipkan batang jenis-jenis unggul sebagai batang atas yang dikehendaki sifatnya pada tanaman yang nantinya sebagai batang bawah. Seperti telah dijelaskan di atas bahwa, penyambungan merupakan perpaduan batang bawah dengan batang atas hingga membentuk sambungan yang tetap dan kekal sebagai satu tanaman utuh. Sebagai batang bawah diharapkan membawa karakter perakaran yang baik dan tahan terhadap keadaan tanah yang relatif tidak menguntungkan, sedangkan batang atas memiliki karakter hasil yang baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Pada aspek agro-fisiologi, Hartmann *et al.* (2002) menjelaskan bahwa alasan dilakukan penyambungan pada tanaman adalah:

1. Memperoleh keuntungan dari batang bawah karena memiliki sifat perakaran kuat dan toleran terhadap lingkungan tertentu,
2. Mengubah jenis tanaman yang telah berproduksi, yang disebut *top working*,
3. Mempercepat kematangan reproduktif dan mendapatkan tanaman yang berproduksi lebih awal (atau mempercepat pertumbuhan tanaman dan mengurangi waktu berproduksi),
4. Mendapatkan bentuk pertumbuhan tanaman khusus, dan
5. Memperbaiki kerusakan pada tanaman.

Agar tanaman hasil penyambungan yang diperoleh baik, maka terhadap batang bawah (*stock*) sebaiknya memiliki karakter seperti,

1. Sistem perakarannya cukup kuat dan tahan terhadap serangan hama-penyakit, serta keadaan yang tidak menguntungkan seperti kekeringan,
2. Memiliki daya adaptasi luas,
3. Kecepatan tumbuh sesuai dengan batang atas agar dapat hidup bersama,
4. Berbatang kuat dan kokoh,
5. Tidak mempengaruhi ke-arah yang tidak menguntungkan baik kualitas maupun kuantitas tanaman hasil sambungannya.

Sedangkan batang atas atau entris (*scion*) setidaknya memiliki karakter seperti,

1. Karakter terpilih (unggul) dan dalam keadaan sehat, kuat, dan bebas hama-penyakit,
2. Diambil dari batang yang lurus dan dari percabangan yang sehat dan tumbuh subur,

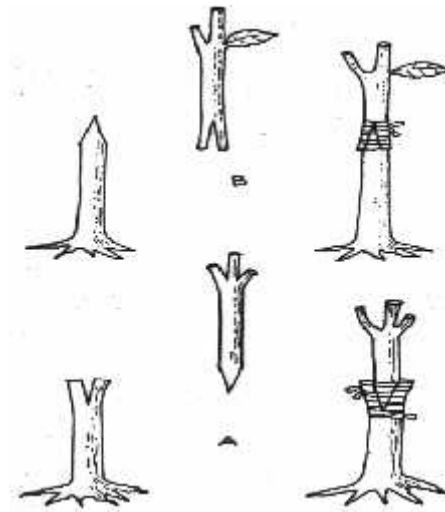
Keberhasilan penyambungan, selain dipengaruhi oleh kompatibilitas di antara tanaman sebagai batang bawah dengan tanaman sebagai batang atas, keberhasilan penyambungan juga dipengaruhi oleh teknik sambung yang diterapkan maupun pelaksanaannya (Santoso, 2009). Terdapat beberapa teknik sambung pada tanaman umumnya yang dapat pula diterapkan pada tanaman jarak pagar. Beberapa teknik sambung tersebut antara lain adalah:

1. Sambung pucuk atau *Apical Grafting*.

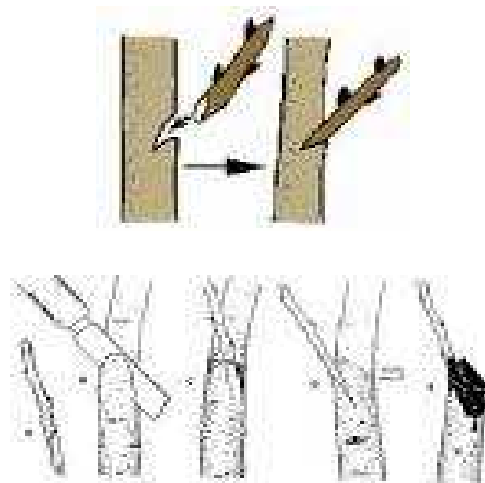
Sambung pucuk merupakan teknik penyambungan batang atas dengan batang bawah sehingga terbentuk tanaman baru yang mampu bersesuaian satu sama lainnya. Teknik penyambungan ini telah merakyat dan umum diterapkan pada banyak jenis tanaman hortikultura. Cara penyambungan ini banyak macamnya dan yang lebih dikenal adalah sebagai teknik sambung celah (*Wedge Graft*) atau sambung baji. Gambar 2.1. mengilustrasikan teknik sambung ini.

2. *Lateral Grafting*

Penyambungan ini merupakan penyambungan batang atas sepanjang batang bawah. Pada sisi batang bawah dilakukan penyayatan batang, namun sayatan masih dibiarkan melekat pada batang sehingga membentuk suatu celahan. Sedangkan entris sebagai calon batang atas dipotong menyesuaikan dengan bentuk sayatan batang bawah dan kemudian disisipkan pada belahan yang ada pada batang bawah tersebut. Berikut Gambar 2.2. mengilustrasikan teknik sambung ini.



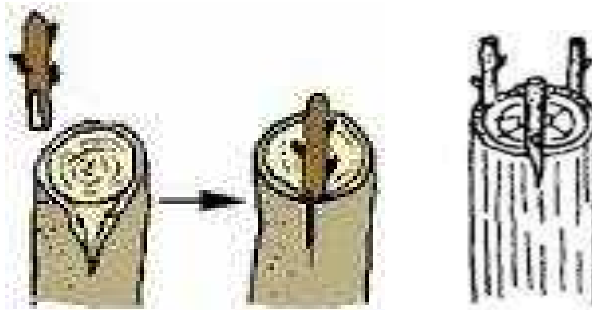
Gambar 2.1. Ilustrasi teknik sambung celah (V) dan dapat dilakukan secara celah terbalik atau *Inverted Wedge Graft* ( $\Delta$ )



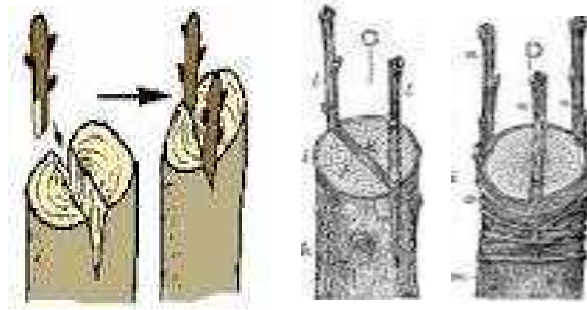
Gambar 2.2. Ilustrasi teknik sambung samping. Batang dari tanaman sebagai batang bawah (*rootstock*) yang ada di atas bidang sambung dipotong setelah entris telah tampak tumbuh.

### 3. *Clef Grafting* dan *Bark Grafting*

Sesuai dengan istilahnya, maka pada teknik *Clef Grafting* merupakan teknik penyambungan terhadap batang atas dan batang bawah dengan terlebih dahulu membelah batang bawah. Pada belahan tersebut kemudian calon batang atas (entries) dimasukkan. Biasanya ukuran (diameter) batang atas jauh lebih kecil dibandingkan dengan batang bawah. Sedangkan *Bark Grafting*, pada dasarnya sama dengan *Cleft Grafting*. Pada *Bark Grafting* tempat penyambungan dilakukan pada celah kulit dan batang dari calon batang bawah. Pada bidang sambung dapat disambung lebih dari satu entris sehingga sistim atau arah percabangan yang nantinya tumbuh dan berpengaruh pada ketebalan kanopi dapat diatur. Teknik-teknik ini dapat pula dibuat satu tanaman memiliki multi varietas atau multi genetik, bila entris-entris yang digunakan berbeda genotipe satu dengan lainnya. Berikut Gambar 2.3. dan Gambar 2.4. mengilustrasikan teknik-teknik sambung yang dijelaskan di atas.



Gambar 2.3. Ilustrasi teknik sambung *Bark Grafting*.



Gambar 2.4. Ilustrasi teknik sambung *Clef Grafting*.

### C. Penyambungan Pada Bibit

Teknik sambung (*grafting*) pada bibit merupakan teknik perbanyakan tanaman gabungan antara perbanyakan secara generatif (dari persemaian biji) dengan salah satu bagian vegetatif (cabang/ranting) tanaman yang berasal dari satu famili. Perbanyakan secara generatif digunakan untuk memperbanyak dan mempersiapkan calon batang bawah. Sedangkan dikatakan sebagai perbanyakan vegetatif karena calon batang atas disiapkan dengan cara memotong sebagian kecil percabangan dari tanaman yang telah ada (yang kemudian dikenal sebagai tanaman induk). Kedua tanaman (bagian tanaman) yang disatukan masing-masing mempunyai keunggulan misalnya dari segi kelebatan buah, ukuran besar, dan kandungan nutrisi, serta ketahanan terhadap hama dan penyakit. Kombinasi dari bagian tanaman yang disatukan akan berkembang membentuk tanaman baru, dan tanaman tersebut merupakan hasil perbanyakan secara vegetatif

Penyambungan pada bibit biasanya dilakukan pada bibit yang berumur satu-tiga bulan. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan bibit baru yang mempunyai keunggulan pada produksi tinggi, tahan terhadap serangan hama-penyakit, dan mudah dalam perawatan. Penyambungan yang dilakukan sejak fase bibit merupakan usaha membentuk suatu tanaman hasil sambungan yang memiliki sistim perakaran yang baik dengan tingkat produksi

(hasil) yang baik. Penyambungan pada fase bibit ini dilakukan dengan cara mempersiapkan terlebih dahulu calon batang bawah. Setelah mencapai umur tertentu baru kemudian batang bawah tersebut disambungkan dengan menyisipkan entris dari jenis yang memiliki keunggulan pada aspek hasil (produksi).

Penyambungan pada fase bibit ini juga dikatakan merupakan perbanyakan tanaman secara vegetatif yang akan menghasilkan tanaman turunan yang secara genetis sama dengan induknya. Jika ini dilakukan pada bibit tanaman jarak pagar, maka akan menghasilkan tanaman jarak pagar yang produktivitas dan kualitasnya seragam. Karena itu, penggunaan bagian vegetatif tanaman yang berasal dari jenis-jenis (genotipe atau varietas) yang sudah teruji keunggulannya sebagai bahan entris akan lebih menjamin produktivitas dan kualitas biji jarak pagar yang dihasilkan.

Untuk mendapatkan bibit sambungan yang bermutu diperlukan batang bawah dan batang atas yang saling kompatibel dan dapat membentuk bidang sambung yang sempurna (Hartmann *et al.*, 2002). Bibit hasil sambungan yang memiliki vigor tinggi akan diperoleh dengan menyambungkan batang atas (*entris*) dari jenis atau genotipe berpotensi produksi tinggi dan sebagai batang bawah dapat digunakan jenis atau genotipe yang memiliki keunggulan pada sistim perakaran. Selain daripada itu, keberhasilan penyambungan dipengaruhi pula oleh kondisi lingkungan dan keterampilan pelaksanaan penyambungan. Tanaman yang menjadi batang bawah harus mempunyai pertumbuhan yang baik dan perakaran yang kuat, tahan terhadap kekurangan dan kelebihan air, berasal dari tanaman yang subur serta tahan terhadap penyakit sehingga mempunyai daya kompatibilitas yang tinggi dengan batang atas.

#### **D. Penyambungan pada Tanaman Dewasa**

Penanaman tanaman baru tentunya memerlukan lahan, modal, dan produksinya masih harus menunggu waktu beberapa lama. Sedangkan untuk membongkar tanaman menghasilkan yang sudah ada kebanyakan petani enggan dan merasa rugi, serta membuang modal kerja yang cukup besar. Salah satu cara untuk



memperbaiki atau mengubah varietas yang ada sekaligus memperbaiki arsitektur tanaman agar mudah cara pemanenannya tanpa membongkar tanaman secara keseluruhan, dapat ditempuh dengan cara *top working* atau penyambungan pohon dewasa (Young and Sauls, 1985). Tanaman yang sudah ada tersebut dipangkas secara total atau dipangkas sebagian. Batang (percabangan) yang dipangkas tersebut berfungsi sebagai batang bawah, kemudian dilakukan sambung dengan varietas yang dikehendaki. Penyambungan dapat dilakukan segera setelah pemotongan pohon atau menunggu tunas baru yang tumbuh dari pohon yang dipangkas tersebut. Metode sambung yang digunakan pada penyambungan pohon dewasa dapat berupa sambung celah (*cleft grafting*) ataupun sambung sisip (*bark grafting*).

Teknik sambung samping yang diterapkan pada tanaman dewasa merupakan teknik perbaikan tanaman yang telah tua tanpa harus membongkar tanaman. Pada prinsipnya teknik sambung samping menggabungkan atau menyambung batang bawah dengan jenis atau klon yang dikehendaki. Teknik ini semula dikembangkan dan telah banyak keberhasilan yang dicapai pada sebagian besar tanaman berkebumuan, seperti cacao, kopi, jambu mete, dan juga mangga, apel.

Secara ekonomis teknik sambung sangat menguntungkan. Adapun keuntungan lainnya dari yang telah diuraikan di atas adalah sebagai berikut:

1. Areal pertanaman dapat direhabilitasi dalam waktu singkat.
2. Diperoleh tanaman yang produktif dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan.
3. Sementara batang atas hasil sambung belum berproduksi, hasil buah dari batang bawah dapat dipertahankan.
4. Batang bawah berfungsi sebagai penayang sementara bagi batang atas yang sedang tumbuh.
5. Memperbaiki jenis-jenis tanaman yang telah ditanam apabila jenis tanaman tersebut sudah tidak dikehendaki.

Sebelum melaksanakan penyambungan, beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dan diperhatikan untuk dapat

dilakukan rehabilitasi atau perbaikan tanaman dengan menggunakan teknik sambung adalah persyaratan yang terkait kebun, batang atas atau *entres*, dan batang bawah atau *rootstock*.

### 1. Persyaratan Kebun

Maksud dari pada persyaratan kebun adalah bahwa jika akan melakukan rehabilitasi tentunya keberadaan kebun atau areal pertanaman baik dalam bentuk kebun atau populasi tegakan pagar pembatas pekarangan itu telah tersedia. Tegakan atau populasi tanaman yang ada tentunya akan memberikan peluang bagi dilakukannya intensifikasi budidaya setelah dilakukan rehabilitasi. Lingkungan tentunya pada kondisi dimana tanaman jarak pagar dapat tumbuh dan berkembang secara optimum.

### 2. Persyaratan Batang Atas

Bahan untuk batang atas atau lebih dikenal sebagai pohon induk tentunya tersedia cukup sebagai sumber entres. Populasi tanaman merupakan populasi dari jenis unggul dalam hal produksi (hasil). Oleh karena itu, bahan batang atas dapat juga diambil dari kebun produksi yang telah secara nyata diketahui stabilitas hasilnya. Pada aspek agro-fisiologis, percabangan yang akan dijadikan bahan batang atas (entres) mempunyai persyaratan sebagai berikut :

- a. Cabang berasal dari pohon yang kuat,
- b. Perkembangannya normal atau sehat,
- c. Bebas dari hama dan penyakit,
- d. Bentuk cabang lurus dan diameternya disesuaikan dengan batang bawah (pada umumnya  $\pm 1$  cm).

### 3. Persyaratan Batang Bawah

Ketersediaan batang sebagai jenis yang unggul pada sistim perakaran merupakan persyaratan yang diperlukan untuk calon batang bawah. Hal ini tentunya diperlukan jika penyambungan akan dilakukan pada bibit. Jika penerapan sambung pada tanaman dewasa, persyaratan yang dimaksud adalah adanya populasi tanaman dewasa yang sudah tidak produktif atau sudah

tidak diinginkan lagi hasilnya, namun beradaptasi baik dengan lingkungan setempat.



Gambar 2.5. Pertanaman jarak pagar dari jenis yang tidak produktif (atas), dan pertanaman yang telah dipangkas untuk dipersiapkan dilakukan *top-working* sebagai usaha perbaikan produktivitas tanaman (bawah)

## BAB 3

# TEKNIK GRAFTING PADA TANAMAN JARAK PAGAR

### Isi Bab

Bab 3 ini disiapkan untuk menguraikan aspek-aspek mengenai teknik penyambungan (*grafting*) pada bibit untuk menghasilkan bibit jarak pagar berkualitas, teknik-teknik pengambungan pada tanaman dewasa untuk memperbaiki produktivitas tanaman, dan kemudian cara pemeliharaan bibit dan tanaman setelah dilakukan penyambungan

### Tujuan Bab

Setelah membaca dan mempelajari isi bab ini, pembaca diharapkan akan mampu:

- Menjelaskan teknik penyambungan pada bibit untuk menghasilkan bibit tanaman jarak pagar berkualitas,
- Menjelaskan teknik-teknik penyambungan pada tanaman dewasa untuk memperbaiki produktivitas tanaman jarak pagar,
- Memahami dan menjelaskan cara pemeliharaan bibit dan tanaman setelah dilakukan penyambungan

Teknik *grafting* merupakan teknik yang dapat digunakan untuk perbaikan produktivitas tanaman jarak pagar. Teknik ini dapat diaplikasikan pada bibit untuk menghasilkan bibit unggul bermutu maupun dilakukan pada tanaman dewasa melalui *top-working*. Tujuan perbaikan tanaman jarak pagar dengan menggunakan teknik *grafting* adalah untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Selain itu, *grafting* khususnya *top-working* dapat digunakan untuk memperbaiki tanaman yang non produktif, menambah jumlah jenis atau genotipe, atau klon dalam populasi tanaman, dan memperpendek tajuk tanaman.

#### **A. Penyambungan pada Bibit**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa metode penyambungan yang dilakukan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar. Keberhasilan penyambungan ditentukan oleh interaksi antara batang bawah dan batang atas. Keberhasilan *grafting* pada bibit mencapai sekitar 89,5–94,5% dengan rincian bahwa tidak ada pengaruh nyata di antara macam (genotipe) entries dan juga di antara macam batang bawah, kecuali di antara model sambung yang digunakan terdapat pengaruh nyata terhadap tingkat keberhasilan penyambungan pada bibit dan seterusnya berpengaruh nyata pada pertumbuhan dan perkembangan bibit selanjutnya.

Teknik sambung pucuk celah yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan penyambungan pada bibit tanaman jarak pagar. Teknik sambung dimaksud adalah sambung celah (V) dan sambung celah terbalik ( $\Lambda$ ). Teknik sambung celah pada pucuk ini berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bibit dan biomassa bibit. Hal ini berkaitan dengan fungsi bidang sambung antara batang bawah dan batang atas sebagai pendukung pertumbuhan terutama sebagai alat dalam hal transpor air, unsur hara, dan hormon-hormon pemacu pertumbuhan yang diproduksi pada bagian akar tanaman. Sambung celah (V) lebih baik dibandingkan dengan sambung celah terbalik ( $\Lambda$ ).

Salah satu kunci keberhasilan budidaya tanaman jarak pagar sangat ditentukan oleh ketersediaan bibit yang bermutu (Santoso,

2011). Untuk memperoleh tanaman dengan perakaran yang baik sekaligus produksi tinggi dapat dilakukan dengan teknik penyambungan. Perbanyak tanaman jarak pagar dengan cara penyambungan (*grafting*) belum banyak dilakukan sebagai teknik budidaya, padahal beberapa tanaman yang satu famili dengan jarak pagar seperti karet telah berhasil mendapatkan bibit unggul melalui teknik sambung. Dilaporkan oleh Alnopri (2005), bahwa bibit asal sambung merupakan bibit bermutu tinggi pada usaha penyediaan bibit tanaman perkebunan seperti kopi, jambu mete, dan kakao.

Bibit tanaman jarak pagar sambungan adalah bibit yang dihasilkan dari penggabungan karakter unggul dua jenis atau genotipe yang berbeda. Merujuk pada Santoso (2009) dan Hartmann *et al.* (2002) perihal penyambungan, maka jenis batang bawah memiliki keunggulan sistim perakaran yang dalam dan mampu beradaptasi dengan baik pada daerah pengembangan yang umumnya kering; sedangkan genotipe untuk batang atas memiliki keunggulan potensi produksi yang tinggi.



Gambar 3.1. Bibit hasil sambung pucuk (teknik sambung celah). Kondisi sesaat setelah sungkup dibuka (atas) dan saat umur 3 minggu setelah penyambungan (bawah)

Beberapa genotipe yang dapat dijadikan sebagai batang bawah pada penyambungan bibit jarak pagar adalah genotipe Lombok Barat dan genotipe Bima. *Jatropha gossypifolia* L. juga sangat baik digunakan sebagai bahan batang bawah, karena selain memiliki keunggulan daya adaptasi pada lahan kering juga merupakan tanaman berasal dari famili yang sama dengan jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), yaitu Euphorbiaceae.

### 1. Persiapan umum

Persiapan ini meliputi persiapan peralatan berupa tali rafia, plastik sungkup, nesco film (plastik film), gunting pangkas, dan pisau. Sedangkan bahan lainnya berupa benih untuk batang bawah (jenis-jenis jarak yang memiliki keunggulan pada sistim perakarannya seperti genotipe Lombok Barat, genotipe Bima, dan jarak ulung (*Jatropha gossypifolia* L.).



Gambar 3.2. Jarak ulung (*Jatropha gossypifolia* L.), baik digunakan sebagai batang bawah dalam rangka mempersiapkan bibit tanaman jarak pagar unggul berkualitas

### 2. Persiapan media tanam

- a. Lokasi pembibitan sebaiknya dekat dengan lokasi penanaman maupun sumber air.
- b. Areal pembibitan dapat di tempat terbuka maupun di bawah pepohonan yang masih memberikan penyinaran yang cukup.
- c. Media tanam yang baik adalah campuran tanah berpasir dan

- pupuk kandang atau kompos dengan perbandingan 1:1 (v/v). Media dapat juga berupa campuran tanah-sekam-pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1 (v/v) (Santoso, 2011).
- d. Media campuran yang telah siap kemudian dimasukkan dalam polibag berukuran 15x25 cm berwarna hitam atau bening.
  - e. Polibag berisi media tanam kemudian diatur membentuk bedeng-bedeng dengan ukuran lebar sekitar 1 meter dan panjang 5 meter, atau diatur sesuai kebutuhan.

### **3. Persiapan batang bawah**

- a. Persiapan batang bawah diawali dengan penentuan calon batang bawah. Biji diambil dari buah/kapsul yg telah masak (ditandai dengan kapsul telah berwarna kuning).
- b. Kapsul-kapsul tersebut dikeringanginkan selama 2 hari, kemudian dikupas untuk diambil bijinya.
- c. Biji yang diperoleh dikering-anginkan selama 2 hari, kemudian biji tersebut telah siap sebagai bahan perbanyakan calon batang bawah.
- d. Biji dapat ditanam langsung pada polibag yang telah berisi media tanam atau dapat juga dikecambahkan terlebih dahulu, baru kemudian ditanam.
- e. Penanaman biji dilakukan dengan cara membuat lubang tanam terlebih dahulu pada media dalam polibag, kemudian satu biji dan/atau stek batang ditanam untuk tiap polibag.
- f. Pembibitan dipelihara pada kondisi agar dapat memberikan peluang baik bagi pertumbuhan dan berkembang bibit hingga siap sambung (berumur 2-3 bulan setelah tanam).
- g. Pembibitan disiram dua hari sekali. Penyiraman pembibitan yang dilakukan setiap hari sekali menghasilkan bibit yang lambat beradaptasi saat penanaman di lapang.
- h. Penyapihan (atau penjarangan) perlu dilakukan untuk memberikan ruang tumbuh bibit yang baik. Bibit disapih saat telah berumur 4 minggu.
- i. Setelah bibit telah mencapai umur siap sambung, maka bibit batang bawah ini dipotong persis pada posisi tempat tumbuhnya daun kotiledon.
- j. Bibit batang bawah kemudian dibentuk seperti diilustrasikan pada Gambar 3.4.





Gambar 3.3. Pembibitan calon batang bawah. Persiapan lubang tanam, penanaman, dan semai yang telah tumbuh (atas), bibit jarak pagar (tengah), jarak ulung (bawah) saat berumur satu bulan



Gambar 3.4. Batang bawah yang dipersiapkan untuk sambung celah (V) dan sambung celah terbalik (Λ)

#### 4. Persiapan batang atas

- a. Calon batang atas atau entris diambil dari jenis atau genotipe jarak pagar unggul baik yang berasal dari areal kebun induk (jika ada) maupun dari areal produksi. Jika berasal dari areal produksi sebaiknya tanaman dipilih yang terlihat tumbuh dan berkembang lebih baik dibandingkan dengan tanaman lainnya dalam populasi tersebut.
- b. Sebelum entris diambil sebaiknya tanaman induk disiram dan disemprot dengan pestisida agar tunas-tunas atau cabang-cabang tumbuh dan berkembang dengan baik.
- c. Jika saat penyambungan siap dilakukan, maka persiapkan entris dengan hati-hati dan selalu dalam kondisi bersih.
- d. Entris dipersiapkan dengan ukuran panjang sekitar 5-10 cm.
- e. Kumpulan entris dimasukkan dalam wadah (bok) yang terjaga kelembabannya.
- f. Sesaat menjelang penyambungan, entris dipersiapkan seperti yang tampak pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Entris yang dipersiapkan untuk sambung celah (V) dan sambung celah terbalik (A)

#### 5. Pelaksanaan penyambungan

Setelah batang bawah dan juga batang atas siap untuk disambung, berikut adalah tahapan pelaksanaan penyambungan:



Gambar 3.6. Tahapan sambung pucuk antara batang atas *Jatropha curcas* L. dengan batang bawah (*Jatropha gossypifolia* L.

- a. Membuat belahan tergantung pada teknik yang akan diterapkan. Belahan diusahakan tidak kurang sepanjang 3-5 cm.
- b. Setelah batang bawah dibelah, segera masukan atau sisipkan entris yang telah dipersiapkan sesuai dengan teknik yang diterapkan (V atau  $\Lambda$ ).
- c. Hindari sentuhan yang menyebabkan kotor pada sisi dalam irisan yang nantinya sebagai bidang sambung baik pada batang atas (entris) maupun batang bawah.
- d. Sambungkan entris dengan batang bawah sesegera untuk menghindari kambium mengering.

- e. Sambungan diikat kuat dengan menggunakan plastik film. Ikatan dibuat mengelilingi batang dari arah bawah ke atas.
- f. Sambungan kemudian disungkup dengan plastik dan diikat pada bagian bawahnya.

#### **6. Pemeliharaan bibit sambungan**

- a. Sebaiknya bibit sambungan ditempatkan pada lokasi yang memiliki cukup naungan.
- b. Setelah penyambungan hingga tampak gejala bahwa penyambungan berhasil (hidup), penyiraman bibit dihentikan dahulu.
- c. Lima hari setelah penyambungan jika entris tidak layu dan mengering, ini berarti sambungan telah menunjukkan keberhasilan. Setelah sekitar 7–12 hari daun baru pada entris mulai tampak tumbuh dan berkembang.
- d. Sungkup plastik sudah dapat dibuka (dilepas). Membuka sungkup plastik dilakukan secara hati-hati.
- e. Pelihara bibit sambungan selama kurang lebih 3-4 minggu, dan kemudian bibit sambungan siap dipindah tanam ke lapang pertanaman.

### **B. Penyambungan pada Tanaman Dewasa**

Ada dua teknik penyambungan yang dapat dilakukan pada tanaman jarak pagar dewasa atau *top-working*, yaitu sambung samping dan sambung pucuk.

#### **1. Sambung Samping**

Sambung samping merupakan teknik perbaikan atau rehabilitasi tanaman jarak pagar yang dilakukan dengan cara menyisipkan batang atas dari jenis atau genotipe unggul yang dikehendaki karakternya pada sisi batang bawah. Penyisipan entris dapat dilakukan langsung pada sisi samping batang bawah dengan membuat sayatan terlebih dahulu ataupun dengan cara menyisipkan entris pada celah kulit pada sisi potongan batang bawah. Teknik pertama dikenal sebagai sambung sisip (*bark*

*grafting*) sedangkan teknik kedua dikenal sebagai sambung celah (*cleft grafting*).

**a. Persiapan batang bawah (tanaman dewasa)**

Persiapan yang dimaksud adalah mempersiapkan tanaman sebagai calon batang bawah. Tentunya berupa tanaman dewasa yang akan diperbaiki produktivitasnya. Tanaman kemudian dibersihkan dari dedaunan dan ranting kering demikian juga di sekitar tanaman dibersihkan dari gulma dan kotoran lainnya. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan sisi batang yang akan disambung.

**b. Persiapan entris**

Seperti pada sambung bibit, calon batang atas atau entris diambil dari jenis atau genotipe jarak pagar unggul baik yang berasal dari areal kebun induk (jika ada) maupun dari areal produksi. Jika berasal dari areal produksi sebaiknya tanaman dipilih yang terlihat tumbuh dan berkembang lebih baik dibandingkan dengan tanaman lainnya dalam populasi tersebut. Demikian seterusnya persiapan batang atas ini sama seperti mempersiapkan batang atas pada penyambungan fase bibit yang telah diuraikan di atas.

**c. Pelaksanaan penyambungan**

Pelaksanaan penyambungan ini diawali dengan membuat celah pada bagian sisi batang bawah yang dipilih untuk tempat atau posisi entris disisipkan. Belahan dibuat sepanjang 5-10 cm tergantung pada panjang entris yang akan disisipkan. Setelah belahan siap, kemudian entris disisipkan, dan kemudian sambungan diikat dengan pita plastik. Penyungkupan dengan menggunakan plastik (kantong plastik) sebaiknya dilakukan untuk mempertahankan kelembaban udara. Setelah tampak sambungan jadi (berhasil), yaitu sekitar 5-7 hari setelah penyambungan dilakukan yang ditandai dengan tunas entris masih segar, sungkup sudah dapat dibuka. Setelah tunas entris tumbuh baik, maka batang atas yang ada di atas bidang sambung sudah dapat dipotong. Berikut Gambar 3.7.

mengilustrasikan hasil sambung samping pada tanaman jarak pagar dewasa.



Gambar 3.7. Sesaat penyambungan sambung dilakukan (kiri), tunas entris setelah 3 minggu penyambungan dan setelah batang atas dipotong (kanan) pada teknik sambung samping tanaman dewasa

## 2. Sambung Celah (*Clef Grafting* dan *Bark Grafting*)

Merupakan teknik penyambungan antara batang atas dan batang bawah, yang biasanya berukuran (berdiameter) lebih besar daripada ukuran entris, dengan terlebih dahulu membelah batang bawah. Pada belahan tersebut kemudian batang atas dimasukkan entris. Teknik penyambungan tanaman dewasa ini kemudian dikenal sebagai teknik penyambungan langsung, karena penyambungan dilakukan pada batang bawah secara langsung segera setelah dilakukan pemotongan atau pemangkasan.

### a. Persiapan batang bawah (tanaman dewasa)

Persiapan yang dimaksud adalah mempersiapkan tanaman sebagai calon batang bawah berupa tanaman dewasa. Tanaman kemudian dibersihkan dari dedaunan dan ranting kering demikian juga di sekitar tanaman dibersihkan. Percabangan kemudian dipangkas dan dipersiapkan untuk penyambungan. Saat melakukan pemangkasan hindari pemotongan tersebut

merusak bidang potongan, seperti terbelahnya cabang atau mengelupasnya kulit batang.

**b. Persiapan entris**

Seperti pada penyambungan lainnya yang telah dijelaskan sebelumnya, calon batang atas atau entris diambil dari jenis atau genotipe jarak pagar unggul baik yang berasal dari areal kebun induk (jika ada) maupun dari areal produksi. Jika berasal dari areal produksi sebaiknya tanaman dipilih yang terlihat tumbuh dan berkembang lebih baik dibandingkan dengan tanaman lainnya dalam populasi tersebut.



Gambar 3.8. Sambung langsung pada tanaman dewasa (teknik *cleft grafting*) satu entris (atas), dua entris, dan tiga entris (bawah)

**c. Pelaksanaan penyambungan**

Pelaksanaan penyambungan ini diawali dengan membuat celah pada ujung pangkasan/potongan batang bawah yang dipilih

untuk disisipkan entries. Ukuran atau kedalaman belahan dibuat sesuai dengan ukuran entries yang akan disisipkan. Setelah belahan siap, kemudian entries disisipkan, dan kemudian sambungan diikat dengan pita plastik. Penyisipan entries pada teknik ini dapat hanya satu ataupun dua, tiga dan seterusnya sesuai dengan ukuran diameter batang bawah yang ada.

Seperti halnya penyambungan lainnya yang telah diuraikan sebelumnya, penyungkupan dengan plastik (kantong plastik) sebaiknya dilakukan untuk mempertahankan kelembaban udara. Setelah tampak sambungan jadi, yaitu sekitar 5-7 hari setelah dilakukan penyambungan, yang ditandai dengan tunas entries masih segar, sungkup sudah dapat dibuka. Gambar 3.8. merupakan hasil sambung secara langsung pada tanaman dewasa.

### **3. Sambung Pucuk**

Sambung pucuk dalam rangka *top-woring* pada tanaman jarak pagar dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Sambung langsung dapat dilakukan jika tanaman dewasa yang dipotong (dipangkas) masih memiliki bercabangan dengan ukuran yang kecil (diameter tidak lebih dari 2 cm). Sedangkan sambung tidak langsung adalah sambung yang dilakukan setelah tanaman dewasa yang dipangkas tersebut membentuk tunas percabangan baru. Biasanya tunas percabangan ini baru dapat disambung jika telah berumur 2-3 bulan setelah pertunasan. Gambar 3.9. mengilustrasikan persiapan sambung pucuk tanaman jarak pagar dewasa.

#### **a. Persiapan batang bawah (tanaman dewasa)**

Persiapan yang dimaksud adalah mempersiapkan tanaman sebagai calon batang bawah berupa tanaman dewasa. Setelah tanaman bersih dari semua jenis kotoran, tanaman kemudian dipangkas. Tanaman dipelihara untuk membentuk percabangan baru yang jumlahnya cukup banyak. Pada tunas-tunas percabangan yang terbentuk inilah nantinya dilakukan penyambungan pucuk (Gambar 3.9.). Semakin banyak



percabangan yang terbentuk akan semakin banyak pula penyambungan yang dapat dilakukan.



Gambar 3.9. Tahapan persiapan batang bawah tanaman jarak pagar dewasa (4 tahun setelah tanam). Tunas percabangan siap sambung (kiri-bawah)

#### **b. Persiapan entris**

Persiapan yang diperlukan sama seperti persiapan entris pada teknik-teknik penyambungan yang telah dijelaskan sebelumnya.

#### **c. Pelaksanaan penyambungan**

Pelaksanaan penyambungan ini diawali dengan memotong percabangan baru yang telah terbentuk (berumur sekitar 3-5 bulan). Pada ujung potongan tunas cabang kemudian dibuat celah untuk memasukkan entris yang telah dipersiapkan. Kedalaman belahan dibuat sesuai dengan ukuran entris yang akan disisipkan. Setelah belahan siap, kemudian entris disisipkan, dan kemudian sambungan diikat dengan pita plastik.

Penyungkupan dengan plastik (kantong plastik) sebaik dilakukan untuk mempertahankan kelembaban udara. Setelah tampak sambungan jadi, yaitu sekitar 5-7 hari yang ditandai dengan tunas entris masih segar, sungkup sudah dapat dibuka. Gambar 3.10. menjelaskan tahapan sambung pucuk pada percabangan baru yang terbentuk setelah pemangkasan tanaman dewasa dilakukan.



Gambar 3.10. *Top-working* pada tanaman jarak pagar dengan teknik sambung pucuk tidak langsung. Tanaman jarak pagar yang telah membentuk beberapa tunas setelah pemangkasan (atas). Tahapan sambung pucuk (bawah, arah jarum jam)

### C. Pemeliharaan Pasca Penyambungan

Agar usaha penyambungan yang telah dilakukan tidak sia-sia, maka pemeliharaan bibit atau tanaman hasil sambung perlu mendapat perhatian. Perawatan yang paling perlu mendapatkan perhatian adalah terkait dengan mempertahankan kondisi lingkungan yang dikehendaki untuk tanaman ataupun bibit dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, seperti mempertahankan kelembaban agar tidak terjadi penurunan yang dratis. Demikian pula suhu sebaiknya cukup rendah. Hal ini terkait dengan mempertahankan agar tanaman atau bibit yang baru disambung tidak mengalami transpirasi yang cukup tinggi.

Kebersihan lingkungan tanam dan pembibitan juga perlu diperhatikan selain memberikan kondisi yang mendukung bagi keberlangsungan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang baik. Penyakit yang biasa menginfeksi sambungan adalah golongan penyakit-penyakit jamur, sedangkan hama-hama yang menyerang sambungan adalah *Tetranychus* sp. (tungau merah) dan *Aphis* sp (kutu daun).

Perlakuan tanaman pasca sambung khususnya sambung pada tanaman desawa meliputi pemangkasan tunas-tunas yang tumbuh dari batang bawah. Pemangkasan tersebut dimaksudkan untuk menghindari tunas-tunas dari batang bawah tumbuh dan berkembang menghasilkan buah yang tidak dikehendaki karena produktivitasnya rendah. Pemangkasan juga merupakan tindakan untuk mengurangi kelembaban udara di dalam tajuk dan juga memperbanyak cahaya matahari memasuki tajuk tanaman, sehingga akan efektif dan berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan tunas-tunas dari entris yang yang lebih produktif.

Tindakan pemeliharaan secara umum meliputi kegiatan sebagai berikut:

1. Sanitasi di sekitar pangkal batang tanaman jarak pagar dan areal pembibitan (untuk sambung bibit) maupun areal pertanaman (untuk sambung tanaman dewasa)
2. Khususnya pada areal pembibitan dibuatkan penaung dengan bahan paranet warna hitam,

3. Pengendalian kelembaban. Bilamana terdapat air berlebihan di permukaan areal pertanaman sesegera didraenasikan,
4. Penyemprotan fungsisida dan bakterisida secara berkala untuk menghindari terjangkitnya penyakit pada daerah sekitar bidang sambung.

## BAB 4

# PERTUMBUHAN TANAMAN HASIL SAMBUNG DI LAPANG PRODUKSI

### Isi Bab

Pada Bab ini dijelaskan pertumbuhan tanaman hasil sambung di lapang produksi yang meliputi pertumbuhan tanaman asal bibit sambung dan pertumbuhan tanaman pasca penyambungan tanaman dewasa. Penjelasan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan penyambungan pada tanaman jarak pagar juga diuraikan dalam bab ini.

### Tujuan Bab

Setelah membaca uraian dalam Bab ini, pembaca diharapkan akan mampu:

- Menjelaskan pertumbuhan tanaman jarak pagar asal bibit hasil sambung,
- Menjelaskan pertumbuhan tanaman jarak pagar setelah dilakukan penyambungan pada tanaman dewasa (*top-working*),
- Memahami dan kemudian dapat menjelaskan beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan penyambungan pada tanaman jarak pagar.

## A. Pertumbuhan Bibit dan Tanaman Asal Bibit Sambungan

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman maupun produksi tanaman merupakan hasil serangkaian proses yang sangat kompleks dan saling terkait satu sama lainnya. Proses tumbuh dan berkembangnya suatu tanaman merupakan proses saling tindak dari banyak faktor termasuk faktor iklim dan faktor produksi seperti bibit. Hasil penelitian penyambungan pada fase bibit pada tanaman jarak pagar mendapatkan beberapa fenomena sebagaimana dijelaskan berikut ini. Penyambungan yang dilakukan sejak fase bibit untuk mendapatkan tanaman unggul jarak pagar tidak berpengaruh nyata terhadap variable pertumbuhan bibit.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penyambungan pada fase bibit dengan entries yang berbeda genotipe maupun berbeda teknik sambung tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan bibit maupun pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar setelah penanaman di lapang. Namun demikian, khususnya jenis batang bawah berpengaruh nyata terhadap kecepatan tanaman berbunga.

Penggunaan bahan entries yang berbeda dan juga bahan batang bahan (*root-stock*) yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar. Sementara itu, teknik penyambungan hanya berpengaruh nyata pada persentase sambungan yang jadi. Teknik sambung celah V menunjukkan teknik sambung yang lebih baik dibandingkan teknik sambung celah terbalik  $\Lambda$ , yaitu lebih banyak memberikan peluang keberhasilan penyambungan.

Tidak berpengaruhnya bahan entries dan bahan batang bawah pada pertumbuhan bibit disebabkan karena bahan entries yang digunakan merupakan genotipe-genotipe unggul hasil seleksi massa yang berasal dari populasi awal berupa genotipe liar yang sama yaitu genotipe Nusa Tenggara Barat untuk genotipe unggul IP-1 NTB dan IP-2 NTB. Sedangkan genotipe unggul IP-2 A dan IP-3 A yang merupakan hasil seleksi Balittas Malang, juga merupakan hasil seleksi populasi awal yang terdapat pula genotipe berasal dari Nusa Tenggara Barat, yaitu genotipe Lombok Barat. Selain dari pada itu, pertumbuhan vegetatif awal dari suatu

tanaman jarak pagar belum dapat dibedakan secara cepat, apalagi memiliki kekerabatan yang dekat.

Keberhasilan penyambungan yang lebih tinggi pada teknik sambung celah (V) disebabkan pada teknik ini posisi kambium antara batang bawah dan batang atas berada pada posisi pertautan yang tepat dan kokoh. Kondisi tersebut menyebabkan batang atas tidak mudah bergeser dan jaringan ikatan pembuluh xilem, floem, dan kambium antar batang atas dan batang bawah sangat mudah akan menyatu. Pada sambung celah terbalik posisi bidang sambung jaringan sel kambium batang bawah dan batang atas kurang tepat atau mudah bergerak atau bergeser, sehingga perlu waktu lebih lama untuk menyembuhkan luka dan membentuk bidang sambung yang sempurna.

Pembentukan jaringan kalus pada permukaan sambungan merupakan respon awal yang bisa dijumpai pada proses penyambungan, sehingga kegagalan penyambungan dapat dikarakterisasi dengan tidak terbentuknya kalus di antara kedua permukaan sambungan dan menyebabkan matinya tanaman secara perlahan-lahan. Dikatakan oleh Ballesta *et al.* (2010), bahwa pembentukan kalus pada kedua permukaan sambungan membentuk jaringan vaskuler yang memungkinkan air mengalir dari batang bawah ke batang atas. Bila pertautan jaringan vaskuler antara batang bawah dan batang atas tidak tepat maka dapat menurunkan aliran air sehingga menurunkan konduktansi stomata dan akhirnya menurunkan pertumbuhan tanaman.

Setelah bibit tanaman jarak pagar dipindahtanam, tanaman memasuki fase yuwana atau fase belia (*juvenile*) hingga kurun waktu tertentu. Fase pertumbuhan belia sering pula disebut sebagai fase vegetatif sampai memasuki fase generatif atau fase dewasa. Pertumbuhan vegetatif tanaman jarak pagar terus berlangsung walaupun fase generatif tanaman telah berlangsung. Pertumbuhan dan perkembangan serta produktivitas tanaman jarak pagar di lapangan pertanaman sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan maupun pengaruh faktor genetik tanaman itu sendiri.

Setelah penanaman di lapang produksi, pertumbuhan dan perkembangan tanaman asal bibit sambung menunjukkan beberapa keragaan sebagai berikut. Penyambungan pada fase bibit tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jarak

pagar hingga umur 90 hari setelah pindah tanam. Perbedaan bahan batang atas (entries), bahan batang bawah, dan teknik penyambungan tidak berpengaruh nyata terhadap persentase bibit yang berhasil tumbuh, tinggi tanaman, dan diameter batang. Tidak adanya perbedaan nyata pertumbuhan vegetatif awal tanaman jarak pagar dikarenakan tingkat kekerabatan (genotipe) dari bahan entries yang digunakan. Selain itu, perbedaan karakter vegetatif pada awal pertumbuhan tanaman jarak pagar relatif sulit dibedakan (Santoso, 2009). Perbedaan karakter agro-fisiologi tanaman jarak pagar saat pertumbuhan vegetatif awal antar genotipe terhadap daya adaptasi kekeringan dan potensi hasil tidak nyata (Parwata dkk, 2010; Parwata, 2011).

Tidak berbeda nyata karakter morfologi organ vegetatif di antara genotipe yang digunakan dalam penelitian ini, yang dapat dilihat selama pertumbuhan vegetatif, selain ditentukan oleh kemiripan faktor lingkungan di antara lokasi asal ekotipe, juga kemungkinan oleh faktor perilaku reproduksi jarak pagar yang menyerbuk silang hampir tidak mengubah secara berarti karakteristik morfologi. Dalam wilayah agroekologi dengan rentang kondisi iklim dan ketinggian tempat yang tidak terlalu lebar, tanaman jarak pagar tidak mengalami perubahan morfologi yang berarti sekalipun tumbuh di ekotipe berbeda di wilayah provinsi tersebut. Selain dikarenakan kemiripan kondisi lingkungan tumbuh asal ekotipe, dikatakan oleh Ginwal *et al.* (2004) bahwa penyerbukan silang pada jarak pagar hampir tidak mengubah secara berarti karakteristik morfologi.

Jarak pagar merupakan tanaman berbunga majemuk dengan bunga jantan dan betina terletak pada satu tanaman. Bunga mulai terbentuk pada umur 3-4 bulan setelah tanam dan umumnya terjadi selama musim hujan dengan perbandingan bunga jantan dan betina berkisar antara 13:1 sampai 29:1. Pembungaan tanaman jarak pagar pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh jenis batang bawah dibandingkan dengan jenis batang atas.

Aspek perbedaan batang bawah menunjukkan fenomena bahwa pertumbuhan vegetatif tanaman jarak pagar cenderung lebih baik pada batang bawah berupa *J. gossypifolia* L. Hal ini dikarenakan tingkat daya adaptasi sistem perakaran jarak ulung ini lebih baik pada kondisi kekeringan. Namun demikian tampak pula



gejala bahwa kecepatan pertumbuhan batang bawah (diameter) lebih lambat dibandingkan pertumbuhan batang atas. Kondisi ini menyebabkan diameter pangkal batang tanaman asal sambungan ini lebih kecil dibandingkan batang atasnya (Gambar 4.1.).



Gambar 4.1. Pangkal batang tanaman jarak pagar umur 9 bulan asal sambungan batang bawah berupa *J. gossyifolia* L. (kiri) dan *J. curcas* L. (kanan).

Namun demikian, fenomena ini tidak menyebabkan adanya hambatan pada waktu pembungaan. Tanaman yang berasal dari bibit sambung dengan bahan batang bawah berupa *J. gossyifolia* L. lebih cepat berbunga dibandingkan dengan tanaman asal bibit sambung dengan batang bawah sesama *J. curcas* L, walaupun memiliki daya adaptasi baik pada kekeringan. Fenomena adanya ketidak-paduan pertumbuhan batang atas dan batang bawah, oleh Hartmann *et al.* (2002) dikatakan merupakan salah satu tanda tidak kompatibelnya sambungan.

Pada aspek pertumbuhan dan perkembangan generatif, penyambungan hanya berpengaruh nyata terhadap kecepatan tanaman berbunga. Tanaman asal bibit hasil sambung berbatang bawah berupa *J. gossyifolia* L. berbunga lebih awal dibandingkan dengan tanaman hasil sambung dengan batang bawah berupa *J. curcas* L., namun tidak berbeda pada karakter generatif lainnya. Demikian pula dengan perbedaan entries (genotipe) dan perbedaan

teknik sambung tidak berpengaruh nyata terhadap waktu pembungaan dan pembuahan tanaman jarak pagar setelah penanaman di lapang produksi.



Gambar 4.2. Tanaman asal bibit sambung yang telah berbunga dan berbuah (tanda panah) pada saat umur sekitar 70-80 hari setelah tanam.

Keberhasilan penyambungan ditentukan oleh tiga faktor utama yaitu kondisi bahan tanaman pada saat penyambungan baik secara morfologi maupun fisiologi, teknik atau metode penyambungan yang dipakai, dan kemampuan (kompatibilitas) kedua jenis tanaman tersebut untuk hidup dan tumbuh bersama menjadi satu tanaman yang utuh (Gisbert *et al.* 2011). Hartmann *et al.* (2002) mengatakan bahwa kompatibilitas suatu penyambungan ditentukan oleh berlangsungnya tiga proses penting yaitu: perlekatan antara kedua permukaan batang bawah dan batang atas, perkembangan kalus pada permukaan sambungan sehingga membentuk jembatan kalus, dan diferensiasi kalus menjadi jaringan vaskuler.

Pemilihan batang bawah yang tepat merupakan salah satu pertimbangan penting dalam meningkatkan produksi tanaman (Fassio *et al.* 2009). Batang bawah dapat berpengaruh nyata terhadap masa pembungaan apel fuji (Motosugi *et al.* 1995),

mengontrol pertumbuhan, produksi dan kualitas buah jeruk (Bassal 2009), dan peningkatan adaptabilitas serta kualitas buah persik (Giorgi *et al.* 2005).

Kemampuan adaptasi tanaman hasil sambungan pada daerah kering tergantung pada sifat toleran batang bawah (Wei *et al.* 2007) terhadap kekeringan. Batang bawah yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan genotipe Lombok Barat yang telah dikarakterisasi memiliki sifat yang toleran terhadap kekeringan sehingga dapat menopang pertumbuhan tanaman. Demikian pula halnya dengan *J. gossypifolia* L. memiliki ketahanan terhadap kekeringan, walaupun terdapat fenomena laju pertumbuhan batang bawah tanaman hasil sambungan ini lebih lambat (kecil) (Gambar 4.1)

## **B. Pertumbuhan Tanaman Hasil Sambung Tanaman Dewasa**

Penyambungan pada tanaman dewasa yang bertujuan untuk memperbaiki produktivitas tanaman jarak pagar menunjukkan beberapa fenomena seperti dijelaskan berikut ini. Penyambungan pucuk yang dilakukan baik secara langsung pada percabangan yang dipangkas maupun secara tidak langsung pada tunas-tunas yang tumbuh setelah pemangkasan tidak berpengaruh nyata terhadap pembungaan dan pembuahan tanaman hasil sambung. Jumlah bunga baik betina maupun jantan pada tunas-tunas hasil sambung tidak mengalami perubahan potensi genetisnya. Artinya jika entries berasal dari genotipe Lombok Barat maupun IP-1 NTB, IP-2 NTB, dan IP-2 A maka potensi jumlah bunga betina dan bunga jantannya tidak mengalami perubahan walaupun telah disambung dengan batang bawah yang bergenotipe berbeda. Potensi genetik entries masih tetap tampak. Tidak ada pengaruh negative batang bawah terhadap penampilan atau potensi genetic batang atas.

Penyambungan dengan jumlah entries berbeda pada satu bidang sambung batang bawah dengan teknik *clef graft*, juga tidak berpengaruh nyata terhadap pembungaan dan pembuahan. Pengaruh nyata yang tampak hanya pada tingkat keberhasilan penyambungan yang jadi. Semakin banyak jumlah entries per bidang sambung, maka semakin kecil peluang terjadinya

penyambungan yang dilakukan. Capaian hingga 100% ditunjukkan oleh jumlah entries satu per bidang sambung. Sedangkan keberhasilan 83% pada jumlah entries dua per bidang sambung, dan hanya 48% ditunjukkan oleh jumlah entries tiga per bidang sambung.

Kegagalan pada penyambungan lebih dari dua entries per bidang sambung disebabkan karena terjadinya pembusukan pada bidang sambung. Selain itu kegagalan juga disebabkan factor kesulitan saat pengikatan atau pembalutan sambungan.

Keberhasilan sambung dengan teknik sambung samping dapat mencapai 66%. Pada penyambungan ini, terdapat kesulitan dalam hal pemotongan batang bawah yang berada di atas bidang sambung. Pemotongan sering mengganggu entries yang baru saja tersambung, bahkan sering merusak penyambungan tersebut. Hal ini dikarenakan percabangan batang bawah telah cukup tua atau telah terdifferensiasi lanjut sehingga telah berkayu cukup keras. Oleh karena itu, pemotongan batang bawah sebaiknya dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan gergaji dan dilakukan setelah tunas sambung tumbuh dan berkembang cukup besar.

Persentase keberhasilan sambung samping dapat mencapai 66% dan sambung langsung pada percabangan yang telah dipangkas mencapai 74%. Sementara itu penyambungan secara tidak langsung atau penyambungan pada tunas-tunas yang tumbuh setelah pemangkasan pohon utama menunjukkan keberhasilan yang lebih tinggi, yaitu mencapai 93%. Tingkat differensiasi jaringan yang telah lanjut pada batang bawah menyebabkan tingkat kesulitan cukup tinggi pada saat penyatuan bidang sambung. Penyambungan pucuk pada apokat merupakan teknik sambung yang paling baik dengan keberhasilan yang tinggi dibandingkan teknik sambung lainnya dilaporkan Anwarudin *dkk*, (1989). Hal ini disebabkan saat pembuatan irisan bidang sambung pada penyambungan tunas baru relatif lebih mudah dibanding batang pokok yang telah terdifferensiasi lanjut. Tingkat ratanya bidang potong atau bidang sayatan akan menentukan ketepatan peletakan kambium batang atas dan batang bawah yang akan menjamin keberhasilan penyambungan tersebut (Sunarjono *dkk*, 1988).



Gambar 4.3. Pertumbuhan dan perkembangan tunas entris setelah penyambungan (teknik sambung samping pada tanaman jarak pagar dewasa).



Gambar 4.4. Pertumbuhan dan perkembangan tunas entris setelah penyambungan (teknik sambung *clef graft* dua entris pada tanaman jarak pagar dewasa). Buah pertama terbentuk setelah 80 hari setelah penyambungan (tanda panah merah) dan bidang sambung (tanda panah biru)

Posisi kambium batang bawah dengan batang atas sangat menentukan untuk perkembangan tanaman selanjutnya. Kontak kambium yang tidak tepat atau *partial* dapat menyebabkan pertautan jaringan pembuluh antara batang bawah dengan batang atas tidak sempurna, dan selanjutnya berakibat pada translokasi senyawa-senyawa penting untuk metabolisme pertumbuhan tanaman seperti transpor air dan unsur hara tidak dapat berlangsung secara lancar dari batang bawah ke batang atas atau translokasi hasil fotosintesis dari batang atas ke seluruh bagian

tanaman (Tirtawinata, 2003). Dengan demikian semua aspek dalam penyambungan baik fisik, mekanis maupun fisiologis perlu diusahakan dalam kondisi seoptimal mungkin sehingga keberhasilan penyambungan lebih terjamin. Kombinasi sambungan yang kompatibel sangat berpengaruh terhadap produksi tanaman yang dihasilkan (Tsakaladou *et al.* 2002).

### **C. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan Penyambungan Tanaman Jarak Pagar**

*Grafting* pada tanaman jarak pagar merupakan teknik menyatukan dua atau lebih tanaman menjadi satu kesatuan tanaman yang utuh. Oleh karena itu, bagian atas sambungan merupakan batang atas yang memiliki sifat unggul dalam hal jumlah buah dan kandungan minyak, beradaptasi dan mampu tumbuh kompak dengan batang bawahnya yang memiliki karakteristik perakaran kuat dan dalam, mampu beradaptasi atau tumbuh kompak dengan batang atas. Menyatunya dua atau lebih tanaman pada bidang sambung juga memerlukan kondisi tertentu yang mendorong terjadinya penyatuan tersebut. Berikut dijelaskan beberapa faktor yang mendukung terjadinya penyambungan yang menguntungkan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar hasil sambungan.

#### **1. Pembentukan Bidang Sambung (*Graft Union*)**

Keberhasilan *grafting* dapat ditentukan ketika fungsi floem dan xylem terhubung dengan baik (kompatibel) antara kedua permukaan sambungan (Gokbayrak *et al.* 2007). Terjadinya bidang sambung merupakan kunci utama keberhasilan suatu penyambungan. Hal ini akan terjadi bilamana hubungan kambium antara batang bawah dan batang atas yang disambungkan tersebut rapat. Apabila bidang pertemuan kambium kedua batang tersebut semakin banyak, maka penyambungan yang dilakukan berpeluang besar untuk berhasil. Seperti diketahui, bahwa kambium adalah lapisan tipis antara kulit kayu atau jaringan phloem dan kayu atau jaringan xylem.

Proses penyatuan sambungan dimulai dengan pembentukan kalus pada kedua permukaan sambungan, diferensiasi kalus menjadi kambium dan jaringan vaskuler serta pembentukan xilem dan floem sekunder (Hartmann *et al.* 2002). Pada penyambungan tanaman, sel-sel parenchym pada bagian tanaman yang terpotong akan membentuk jaringan kalus yang sangat menentukan keberhasilan pembentukan bidang sambung (Acquaah, 2002). Pembentukan kalus terjadi karena adanya pemulihan sel-sel parenchym pada luka potongan. Kalus yang terjadi sangat ditentukan oleh kandungan protein, lemak, dan karbohidrat yang dikandung dalam jaringan parenchym bagian tanaman tersebut (Hartmann *et al.*, 2002). Pembentukan kalus yang rendah atau kurang tepat antara batang bawah dan batang atas dapat menyebabkan kerontokan daun, menurunnya pertumbuhan batang atas, dan rendahnya kemampuan hidup tanaman yang disambung (Oda *et al.* 2005; Johkan *et al.* 2009).

Keberadaan zat pengatur tumbuh (baik alami ataupun pemberian dari luar) dan kondisi suhu serta kelembaban lingkungan juga sangat menentukan keberhasilan pembentukan kalus pada bidang sambung (Young; Sauls, 1985). Kalus tersebut harus menutupi lapisan kambium, karena sangat membantu pertumbuhan sel-sel kambium serta mempengaruhi kecepatan pembentukan bidang sambung (*Graft Union*).

Secara singkat, pembentukan bidang sambung dapat dipilah dalam beberapa tahapan. Ada lima tahapan pembentukan bidang sambung yang menjamin terjadinya penyatuan (Luna *et al.* 2002; Seferoglu *et al.* 2004), yaitu:

- a. terbentuknya lapisan nekrotik,
- b. berkembangnya kalus yang menjembatani kedua permukaan sambungan,
- c. diferensiasi jaringan kambium baru,
- d. restorasi jaringan vaskular yang baru, dan
- e. restorasi jaringan epidermis luar secara kontinyu pada daerah sambungan

Ketidakmampuan dua tanaman membentuk bidang sambungan dengan baik dikenal sebagai inkompatibilitas

sedangkan bila terdapat kemampuan untuk membentuk bidang sambungan dikenal sebagai kompatibilitas. Inkompatibilitas atau ketidakcocokan adalah keadaan kegagalan batang atas dan batang bawah membentuk pohon atau tanaman gabungan, sedangkan kompatibilitas atau kecocokan adalah kemampuan batang atas dan batang bawah untuk bersatu membentuk satu pohon.

Inkompatibilitas antara dua tanaman (batang atas dan batang bawah) yang disambung dapat ditunjukkan dengan beberapa gejala atau fenomena (Acquaah, 2002; Hartmann, 2002) sebagai berikut :

1. Sambungan antara spesies, varietas atau klon yang tidak pernah membentuk suatu bidang sambung,
2. Rendahnya keberhasilan sambungan antara dua jenis tanaman yang disambungkan,
3. Terjadi bidang sambung dan tumbuh sesaat, kemudian tanaman sambungan tersebut tiba-tiba mati,
4. Terjadi sambungan, namun terdapat perbedaan kecepatan pertumbuhan antara batang atas dan batang bawah. Hal ini akan menunjukkan ketidak seimbangan besarnya batang bawah dan batang atas,
5. Gabungan dua tanaman yang berespon tidak baik terhadap unsur hara (*nutritional disorder*) sehingga pertumbuhannya abnormal atau sering terjadi gugurnya daun,
6. Tanaman sambungan menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan vegetatif baik pada awal maupun akhir musim,
7. Pertumbuhan yang berlebihan pada bidang sambungan atau pada batang atas atau batang bawah, dan
8. Sambungan yang menghasilkan suatu tanaman baru yang lambat perkembangannya atau kerdil.

Jadi dapat dikatakan bahwa inkompatibilitas atau ketidakcocokan bersatunya dua atau lebih tanaman terjadi karena adanya perbedaan fisiologis, anatomis, dan juga gangguan penyakit. Pada sisi aspek fisiologis dikarenakan ketidakmampuan batang atas atau batang bawah menyediakan nutrisi dalam jumlah cukup untuk keperluan tumbuh dan berkembang secara normal. Sedangkan secara anatomis dapat dikarenakan adanya pembentukan getah



akibat luka di bagian bidang sambung menyebabkan tanaman sambungan tumbuh tidak normal atau sempurna. Tanaman hasil sambung ini biasanya lemah terhadap kondisi lingkungan yang tingkat kritisnya rendah sekalipun.

Kesuksesan membentuk bidang sambung juga ditentukan oleh bidang sentuh kambium, aktivitas kambium, pengupasan kulit kayu, dan kekuatan akar (Young; Sauls, 1985). Diperlukan ukuran batang atas dan batang bawah yang sama agar ketepatan persentuhan kambium lebih banyak terjadi. Kegiatan kambium pada batang atas dan batang bawah terjadi selama masa tumbuh (Acquaah, 2002). Setelah antara batang bawah dan batang atas membentuk jaringan kalus dan saling menyatu menutupi kedua permukaan potongan batang, maka pertumbuhan kambium sangat diperlukan untuk keberhasilan penyatuan kedua batang tersebut (Hartman *et al.*, 2002).

Semakin mudah pembuatan belahan bidang sambung dan juga persiapan entris, maka semakin besar kemungkinan keberhasilan penyambungan, karena semakin kecil kerusakan pada kambium. Kecepatan pertumbuhan kambium tersebut, sangat dipengaruhi pula oleh kekuatan akar batang bawah. Kekuatan membentuk sistim perakaran pada batang bawah akan mempengaruhi secara langsung keaktifan pertumbuhan batang. Kondisi kecukupan air (kelengasan) juga memegang peranan.

Berikut ini adalah penjelasan umum pada proses pertautan bidang sambung. Proses pertautan sambungan diawali dengan terbentuknya lapisan nekrotik atau pembelahan sel pada permukaan sambungan yang membantu menyatukan jaringan sambungan terutama di dekat berkas vaskular. Pemulihan luka dilakukan oleh sel-sel meristematik yang terbentuk antara jaringan yang tidak terluka dengan lapisan nekrotik. Lapisan nekrotik ini kemudian menghilang dan digantikan oleh kalus yang dihasilkan oleh sel-sel parenkim (Hartmann *et al.* 2002).

Sel-sel parenkim batang atas dan batang bawah masing-masing saling menyatu dan membaaur. Sel parenkim berdiferensiasi membentuk kambium sebagai kelanjutan dari kambium batang atas dan batang bawah yang lama. Pada akhirnya terbentuk pembuluh dari kambium yang baru sehingga proses translokasi hara dari batang bawah ke batang atas dan sebaliknya dapat berlangsung

kembali (Young; Sauls, 1985). Agar proses pertautan tersebut dapat berlanjut, sel atau jaringan meristem antara daerah potongan harus terjadi kontak untuk saling menjalin secara sempurna. Santoso (2009) mengemukakan bahwa hal ini akan terjadi jika permukaan potongan atau luka bidang potongan itu rata, dan pengikatan sambungan tidak terlalu lemah dan tidak terlalu kuat agar tidak terjadi kerusakan jaringan.

Polaritas batang atas maupun batang bawah perlu diperhatikan. Batang atas atau bagian dasar entris harus disambungkan dengan bagian atas batang bawah. Jika posisi ini terbalik, sambungan tidak akan berhasil baik karena fungsi xylem sebagai pengantar hara dari tanah maupun floem sebagai pengantar asimilat dari daun akan terbalik arahnya (Hartmann, 2002).

## **2. Faktor Lingkungan**

### **a. Waktu penyambungan**

Waktu disini diartikan sebagai musim. Umumnya penyambungan dilakukan pada musim kemarau. Demikian pula untuk penempelan (okulasi). Pada musim kemarau, biasanya pengelupasan kulit batang sangat mudah, pertumbuhan batang sedang aktif, dan mata tunas yang tersedia cukup banyak. Namun demikian diperlukan penaungan setelah dilakukan penyambungan maupun penempelan.

### **b. Suhu dan Kelembaban**

Pembentukan jaringan kalus akan baik bila suhu lingkungan dalam keadaan optimum. Suhu yang baik berkisar antara 25–32 °C. Bila keadaan suhu di bawah 25 °C atau di atas 32 °C, pembentukan kalus akan lambat dan merusak sel-sel pada daerah sambungan.

Kelembaban yang cukup tinggi merupakan kondisi lingkungan diperlukan bagi berhasilnya penyambungan. Kelembaban yang rendah menyebabkan kekeringan dan menghalangi pembentukan kalus karena sel-sel pada daerah sambungan banyak yang mati.

c. Cahaya

Cahaya sangat berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan penyambungan, oleh karena itu penyambungan sebaiknya dilakukan waktu pagi hari atau sore hari. Cahaya yang terlalu kuat akan mengurangi daya tahan batang atas terhadap kekeringan.

### 3. Faktor Pelaksanaan

a. Teknik penyambungan

Keberhasilan penyambungan (*grafting*) seringkali rendah, sehingga masing-masing teknik sambung akan cocok untuk jenis-jenis tanaman tertentu namun tidak cocok untuk jenis tanaman lainnya. Teknik penyambungan *approach graf* dan *apical graft* nampak sangat baik bagi perbanyakan tanaman hortikultura.

b. Keterampilan melaksanakan

Infeksi penyakit pada daerah sambungan perlu mendapat perhatian. Infeksi dapat dihindari dengan melakukan penyambungan secara cepat. Bila pelaksanaan penyambungan dapat dilakukan dengan cepat, seorang ahli penyambungan terhadap 100 tanaman dewasa dan 400 bibit dapat dilakukan dalam sehari dengan tingkat keberhasilan 90%. Semakin cepat pelaksanaan penyambungan akan memberikan peluang yang kecil bagi kemungkinan kotornya bidang luka yang dibuat pada masing-masing bagian tanaman yang disambungkan.

c. Kelengkapan peralatan

Perlengkapan atau alat-alat penyambungan sangat menentukan keberhasilan penyambungan. Ketajaman dan kebersihan alat yang digunakan untuk memotong merupakan hal penting. Ketajaman alat akan menjamin dilakukannya pemotongan hanya sekali saja dan menjamin rata permukaan potongan. Sedangkan kebersihan alat menjamin terhindarnya bahan tanaman dari kontaminasi penyebab penyakit ataupun hama lainnya. Alat atau bahan penutup sambungan seperti plastik paling tidak menjamin adanya cahaya, karbondioksida maupun oksigen yang

dapat menembusnya. Oksigen pada daerah sambungan berguna dalam pembentukan jaringan kalus dan mengurangi kehilangan air.

#### 4. Perlakuan Tanaman Pasca Sambung

Tindakan perawatan yang penting mendapatkan perhatian adalah terkait dengan mempertahankan kondisi lingkungan yang dikehendaki untuk mendukung pertumbuhan bibit maupun tanaman seperti mempertahankan kelembaban. Kebersihan lingkungan tempat pembibitan maupun areal pertanaman perlu diperhatikan. Hama-hama yang biasa menyerang sambungan adalah *Tetranychus* sp. (tungau merah) dan *Aphis* sp (kutu daun), sedangkan penyakit yang biasa menginfeksi sambungan adalah jamur patogen.



Gambar 4.5. Pertanaman jarak pagar yang semulanya tidak produktif akan menjadi produktif dengan teknik sambung samping.

Penerapan teknik sambung pada tanaman jarak pagar baik sambung pada bibit yang bertujuan mempersiapkan bibit unggul berkualitas maupun tanaman dewasa yang bertujuan untuk

memperbaiki produktivitas pertanaman jarak pagar yang dilakukan dengan baik sesuai dengan tahapan penyambungan dan memenuhi semua persyaratan akan menghasilkan tanaman baru yang berguna. Saat sekarang ini pertanaman jarak pagar yang ada baik yang dikelola dengan intensif oleh perkebunan maupun oleh petani sebagian besar menggunakan jenis atau genotipe yang belum unggul. Sebaiknya pertanaman tersebut diperbaiki untuk mendapatkan pertanaman yang lebih produktif dengan menggunakan teknik *top-working*. Gambar 4.5. memaparkan petani jarak pagar yang sukses melakukan perbaikan produktivitas tanaman jarak pagarnya dengan menggunakan teknik sambung samping.

# DAFTAR PUSTAKA

- Achten WMJ, Verchot L, Franken YJ, Mathijs E, Singh VP, Aerts R, Muys B. 2008. *Jatropha* bio-diesel production and use: a Review. *Biomass and Bioenergy* 32:1063-1084.
- Acquaah, G. 2002. *Horticulture–Principles and Practices*. Second Edition. Pentice Hall, New Jersey. 787p.
- Alnopri. 2005. Penampilan dan evaluasi heterosis sifat-sifat bibit pada kombinasi sambungan kopi arabika. *J Akta Agros* 8:1:25-29.
- Aloni B, Cohen R, Karni L, Aktas H, Edlestein M. 2010. Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. *Sci Hort* 127:119-126.
- Anwarudin, M.J., M. Winarno dan H. Sunarjono. 1989. Pengaruh model dan ketinggian penyambungan pada perbanyakan adpokat secara sambung pucuk. *Penel. Hort. Vol. 3 (2): 77-82*.
- Ballesta MCM, López CA, Muries B, Cadenas CM, Carvajal M. 2010. Physiological aspects of rootstock–scion interactions: a Review. *Scia Hort*.127:112–118.
- Bassal MA. 2009. Growth, yield and fruit quality of ‘Marisol’ clementine grown on four rootstocks in Egypt. *Sci Hort* 119:132–137.
- Dhillon RS, Hooda MS, Pundeer JS, Ahlawat KS, Chopra I. 2011. Effects of auxins and thiamine on the efficacy of techniques of clonal propagation in *Jatropha curcas* L. *Biomass and Bioenergy* 35 : 1502-1510.
- Garcia NF, Carvajal M, Olmos E. 2004. Graft union formation in tomato plants : peroxidase and catalase involvement. *Ann Bot* 93:53-60.
- Giorgi M, Capocasa F, Scalzo J, Murri G, Battino M, Mezzetti B. 2005. The rootstock effects on plant adaptability, production,

- fruit quality, and nutrition in the peach (cv. 'Suncrest') *Sci Hort* 107:36-42.
- Gisbert C, Prohens J, Raigón MD, Stommel JR, Nuez F. 2011. Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and composition. *Sci Hort* 128:14-22.
- Gokbayrak Z, Soylemezoglu G, Akkurt M, Celik H. 2007. Determination of grafting compatibility of grapevine with electrophoretic methods. *Sci Hort* 113:343-352.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, Jr., R.L. Geneve. 2002. Plant Propagation : Principles and Practices. 7<sup>th</sup> edition. Printice Hall Inc. 770p.
- Johkan M, Mitukuri K, Yamasaki S, Mori G, Oda M. 2009. Causes of defoliation and low survival rate of grafted sweet pepper plants. *Sci Hort* 119 : 103-107.
- Lestari, B. Haryono. 2009. Teknik Penyambungan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Dalam: Inovasi Teknologi Jarak Pagar untuk Mendukung Program Desa Mandiri Energi. Prosiding Lokakarya Nasional III; Malang. h: 228-231
- Luna AAE, Peralta CL, Soriano EC. 2002. In vitro micrografting and the histology of graft union formation of selected species of prickly pear cactus (*Opuntia Spp*). *Sci Hort* 92:317-327.
- Manning, W.R. 2000. Top-working old avocado trees. California avocado association 1919-20 Yearbook 5: 14-16.
- Motosugi H, Gao YP, Sugiura A. 1995. Rootstock effects on fruit quality of 'Fuji' apples grown with ammonium or nitrate nitrogen in sand ulture. *Sci Hort* 61: 205-214.
- Oda M, Maruyama M, Mori G. 2005. Water transfer at graft union of tomato plants grafted onto *Solanum* rootstocks. *J Jpn Soc Hort Sci.* 74:458–463.
- Ogumwole *et al.* 2008. Contribution of *Jatropha curcas* to soil quality improvement in degraded Indian entisol. *Acta Agro Sci Sec B-Soil Plant Sci* 58:245-51.
- Parwata, IGMA, Didik I, Prapto Y, Bambang DK. 2010. Pengelompokan Genotipe Jarak Pagar Berdasarkan Ketahanannya terhadap Kekeringan pada Fase Pembibitan di Lahan Pasir Pantai. *J. Agronomi Indonesia* 38 (2): 156-162.
- Parwata, IGMA. 2011. Kajian fisiologi dan agronomi ketahanan kekeringan varietas tanaman jarak pagar (*J. curcas* L.) di

- lahan pasir pantai. Disertasi Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Parwata, IGMA. Didik I, Prapto Y, Bambang DK, Rukmini K. 2012. *Physiological Responses of Jatropha to Drought Stress in Coastal Sandy Land Conditions*. Makara Journal of Science 16/2: 115-121
- Pina A, Errea P. 2005. A review of new advances in mechanism of grafting compatibility-incompatibility. *J Sci Hort* 1016/04.003.
- Rezaee1, R.; K. Vahdati. 2008. Introducing a simple and efficient procedure for topworking persian walnut trees. *Journal of The American Pomological Society*, 62 (1):21-26.
- Santoso, B.B. 2011. Tinjauan agronomi dan teknologi budidaya jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Arga Puji Press, Mataram, Lombok, NTB. 170p.
- Santoso, B.B. 2009. Pembiakan vegetatif dalam hortikultura. Unram Press, Mataram, NTB. 150p.
- Santoso, B.B. 2009. Karakterisasi morfo-ekotipe dan kajian beberapa aspek agronomi jarak pagar (*J. curcas* L.) di Nusa Tenggara Barat. Disertasi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Santoso, BB., BS Purwoko. 2008a. Pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar (*jatropha curcas* l.) pada berbagai kedalaman dan posisi tanam benih. *Bull. Agron.* (36) (1): 170-77.
- Santoso, B.B., BS Purwoko. 2008b. Teknik pembibitan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* l.). *Crop Agro.* (1) (2): 77-84.
- Santoso, B.B., Hasnam, Hariyadi, S. Susanto, B.S. Purwoko. 2008. Perbanyak vegetatif tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan stek batang : pengaruh panjang dan diameter stek. *Bull. Agron.* (36) (3): 255-262.
- Seferough G, Tekintas FE, Ozygit S. 2004. Determination of grafting union success in 0900 ziraat and stork gold cherry cultivars on Gisela S and SL 64 rootstocks. *J Bot* 36 (4):811-816.
- Sunarjono, H., M. Hasan dan Wijaya. 1988. Media batang bawah dan model sayatan pada perbanyak penyusuan gantung tanaman rambutan. *Penel. Hort.* Vol. 3 (1): 116-121.



- Sutarto, I., D. Harahap, D. Sudarso dan M.J. Anwarudin. 1994. Pengaruh saat pengeratan terhadap keberhasilan perbanyakan vegetatif rambutan. *Penel. Hort.* Vol. 6 (1): 12-17.
- Sutrisna A. 2010. Studi karakter jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yang berpotensi sebagai batang bawah pada lahan marginal [tesis] Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Tirtawinata MR. 2003. Kajian Anatomi dan Fisiologi Sambungan Bibit Manggis dengan Beberapa Kerabat Clusiaceae. [desertasi] Bogor : Program Doktor, Institut Pertanian Bogor.
- Tsakelidou K, Papanikolaou, Protopapadakis. 2002. Rootstock effects on the yield, tree and fruit characteristics of the mandarin cultivar 'clementine' on the island of rhodes. *Ekpl Agro* 38:351-358.
- Yong, G., C. Yashou, Y. Yao, W. Yuling and C. Xiying. 2011. Grafting techniques for *Jatropha curcas*. J. Northeast Forestry University. (English abstract). [Online] [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTTotal-DBLY201104009.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTTotal-DBLY201104009.htm), October 18, 2011. [November 2013]
- Young, M.S. and J. Sauls. 1985. Propagation of Fruit Crops. Circular 456 University of Florida. 31P.
- Yuniastuti, S. 2003. Perbaikan Tanaman Buah-Buahan Lokal Kualitas Rendah dengan Varietas Unggul Melalui Penyambungan Pohon Dewasa (Anggur, Mangga dan Apokat). *Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian*. 6: 19-31
- Wei Q, Xue-qiang G, En-mao L, Heng Z, Xiao-fang W, Yuan-peng D. 2007. Effects of partial rootzone drying on the growth of *Vitis vinifera* cv. Malvasia grafted on different rootstocks. *Agr Sci in China*. 6:567-572.

# DAFTAR ISTILAH

**Auksin**, salah satu golongan atau kelompok zat pengatur tumbuh baik yang alamiah maupun sintetik, yang dapat menginduksi pemanjangan sel, dan dalam kasus tertentu pembelahan sel. Golongan zat pengatur tumbuh ini juga bertanggung jawab dalam dominasi apikal, penghambatan pucuk aksilar dan adventif, dan inisiasi pengakaran.

**Bahan bakar nabati (BBN)**, adalah bahan bakar yang diperoleh atau dibuat atau berasal dari biomassa. Sementara itu biomassa adalah bahan-bahan organik yang berasal dari tumbuhan atau hewan, maupun produk atau limbah industri budidaya pertanian.

**Bio-energi**. Kamus pertanian (1971) mengemukakan, "energy" adalah sumber daya pembangkit gerak kerja, sedangkan "bio" diartikan sebagai organism atau makhluk hidup. Dengan kata lain, bio-energi adalah sumber daya yang berasal dari makhluk hidup, yakni tumbuhan, hewan dan fungi.

**Biodiesel**, lebih tepat disebut FAME (*fatty acid methyl ester*), merupakan BBN yang digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin diesel sebagai pengganti solar.

**Bio-etanol**, adalah etanol yang diperoleh dari proses fermentasi bahan baku yang mengandung pati atau gula seperti tetes tebu dan singkong. BBN ini digunakan sebagai pengganti premium (gasoline).

**Biokerosin**, merupakan minyak nabati yang ditujukan sebagai pengganti minyak tanah. Minyak nabati ini juga dikenal sebagai minyak kasar karena belum mengalami proses pemurnian dan hanya mengalami proses penyaringan

**Biokerosin**, merupakan minyak nabati yang ditujukan sebagai pengganti minyak tanah. Minyak nabati ini juga dikenal sebagai minyak kasar karena belum mengalami proses pemurnian dan hanya mengalami proses penyaringan

**Buah**, merupakan produk tanaman dengan bau aromatis yang manis secara alami atau umumnya dimaniskan terlebih dahulu sebelum dimakan. Secara botani, buah diartikan sebagai ovary yang matang mengandung biji dan kadangkala beberapa bagian yang berkembang lainnya.

**Bunga** adalah struktur termodifikasi (reproduktif) dari pucuk apical dari tanaman angiosperme, yang secara langsung atau tidak langsung terlibat dalam reproduksi seksual. Terdiri atas sepal, petal, stamen, dan karpel yang secara struktural membentuk mahkota bunga.

**Bunga jarak pagar**, terbentuk pada ujung cabang (*flos terminalis*) dengan warna bunga di antara aksesi tidak berbeda yaitu kuning kehijauan. Jumlah bunga yang terbentuk banyak sehingga disebut *planta multiflora* dan berkumpul membentuk suatu rangkaian bunga atau disebut bunga majemuk atau malai bunga atau *inflorescentia*. Pada ujung dari malai atau ibu tangkai bunga diakhiri dengan pembentukan bunga sehingga ibu tangkai bunga memiliki pertumbuhan yang terbatas, oleh karena itu tergolong bunga majemuk terbatas (*inflorescentia definita*). Tipe infloresen jarak pagar adalah *panicle*, yaitu buah masak didahului oleh buah yang terbentuk terlebih dahulu yaitu diawali dari bunga pada cabang malai pertama. Pada malai bunga terbentuk 4–9 cabang malai. Bagian-bagian bunga pada bunga jarak pagar ternyata tidak lengkap sehingga tergolong dalam tanaman berbunga tidak sempurna (*flos incompletus*). Setiap individu bunga betina dan jantan tumbuh dan berkembang terpisah atau berkelamin tunggal (*unisexualis*) dan berumah satu (*monoecious*). Bunga betina dan bunga jantan tumbuh dan berkembang pada satu malai bunga. Namun terdapat pula bunga berkelamin dua (*hermaphroditus*) pada malai bunga tersebut.

**Dediferensiasi**, perubahan dari suatu keadaan terdiferensiasi menjadi sel-sel tanpa bentuk dan fungsi yang khas.

**Diferensiasi**, perkembangan satu sel menjadi beberapa sel, bersama-sama dengan terjadinya modifikasi dari sel baru untuk membentuk atau menghasilkan fungsi tertentu.

**Ekotipe**, perbedaan populasi secara genetik yang ditentukan dan dipengaruhi, serta sekaligus menggambarkan lingkungan dimana populasi tersebut tumbuh dan berkembang.

**Energi**, diartikan sebagai daya pembangkit gerak. **Bio-energi**, sumber daya yang berasal dari makhluk hidup, yakni tumbuhan, hewan maupun mikroba (fungi).

**Energi hijau**, sumber daya yang berasal dari tumbuhan yang dilambangkan dengan warna hijau.

**Energi terbarukan**, energy yang berasal dari bahan yang ditanam (tumbuhan) yang dibudidayakan oleh manusia dan selanjutnya dipanen dan diolah menjadi bahan bakar secara berkesinambungan.

**Fossil Fuel**, sumber bahan bakar minyak yang berasal dari kerak bumi

**Fotosintat**, atau sering disebut pula sebagai asimilat, yaitu hasil dari fotosintesis seperti karbohidrat yang disimpan sebagai cadangan makanan.

**Generatif**, suatu periode pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman yang dicirikan oleh adanya pembentukan organ generatif seperti bunga maupun buah.

**Genotipe**, komposisi genetik dari suatu tanaman.

**Global Warming**, adalah suatu istilah yang menggambarkan suhu atmosfer semakin panas yang kemudian dikenal dengan istilah efek rumah kaca dan berujung pada perubahan iklim dan pemanasan global (*global warming*).

**Graf Union**, bidang sambung yang terjadi pada *grafting* dan *budding*. Bidang sambung inilah yang menjamin keberhasilan penyambungan dan penempelan.

**Improved Population**, adalah suatu istilah bagi suatu populasi terperbaiki hasil seleksi massa populasi awal (liar). Populasi ini memiliki individu-individu yang keunggulan genetiknya lebih baik dibandingkan dengan individu dalam populasi awalnya.

**Interstock**, merupakan bagian tanaman berupa batang yang berada diantara stock dan scion. Ini akan ada bilamana penyambungan melibatkan 3 bagian tanaman atau melibatkan dua buah daerah sambungan.

**Kalus**, sekumpulan sel aktif membelah dan tidak terorganisir sebagai akibat pelukaan tanaman di alam atau setelah diinduksi dengan auksin dan sitokinin dalam kultur in-vitro.

**Kanopi**, adalah suatu istilah yang sama artinya dengan tajuk, yaitu sistim percabangan berikut daunnya pada suatu tanaman.

**Klon**, sekelompok turunan tanaman (*offspring*) yang diperoleh dari perbanyakan vegetatif. Satu individu dari klon disebut sebagai **ramet**. Upaya untuk menghasilkan klon disebut sebagai **Cloning**.

**Kompatibel** (*Compatible*), kecocokan antara calon batang atas dan calon batang bawah yang disambungkan atau ditempelkan dalam *grafting* dan *budding*. Kecocokan terjadi karena adanya hubungan kedekatan famili (jenis) antar kedua jenis tanaman. Kebalikannya, bila tidak terjadi kecocokan disitilahkan sebagai *incompatible*.

**Kompatibel**, kemampuan jenis-jenis tanaman yang berbeda untuk bersatu (baik secara seksual maupun fisik) dan kemudian tumbuh dan berkembang menjadi satu tanaman. Kondisi sebaliknya disebut sebagai tidak kompatibel (**incompatible**), jika kedua tanaman tersebut tidak berhasil menyatu membentuk satu tanaman utuh.

**Leher akar** atau **pangkar akar**, atau collum yaitu bagian akar yang bersambungan dengan pangkal batang.

**Malai = tandan = infloresen**, adalah sekumpulan bunga yang tumbuh dan berkembang pada satu aksis (tangkai bunga)

**Meristem**, satu kelompok sel yang sangat aktif membelah. Biasanya terjadi pada ujung akar, ujung pucuk, dan pada kambium.

**Meristemoid**, sekelompok sel tertentu dalam kalus yang dapat berkembang menjadi akar atau pucuk.

**Organ**, bagian dari tanaman yang mempunyai fungsi khusus seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan sebagainya.

**Pemangkasan**, atau *pruning* diartikan sebagai tindakan pemotongan bagian-bagian tanaman yang tidak dikehendaki dengan harapan nantinya tanaman tersebut akan tumbuh dan berkembang lebih baik dan sesuai dengan keinginan.

**Penempelan** (*Budding*), penyambungan satu mata tunas suatu tanaman ke tanaman lainnya yang bertindak sebagai batang

bawah. Mata tunas tersebut kemudian tumbuh dan berkembang menjadi suatu tunas baru dari batang bawah.

**Penyambungan** (*Grafting*), penyambungan beberapa mata tunas (pucuk) suatu tanaman ke tanaman lainnya yang bertindak sebagai batang bawah. Mata tunas pada pucuk tersebut kemudian tumbuh dan berkembang menjadi suatu tunas-tunas baru dari batang bawah.

**Perkecambahan**, proses selama kejadian sejak biji menyerap air dan kemudian diikuti oleh munculnya radikel (bakal akar) dari kulit biji.

**Seleksi massa**, merupakan metode pemuliaan yang paling sederhana dan paling memberi harapan untuk mendapatkan hasil genetik yang besar pada generasi pertama. Seleksi berdasarkan pada prinsip bahwa nilai genetik rata-rata dari individu yang terseleksi akan lebih baik dibandingkan dengan nilai individu rata-rata dalam populasi secara bersamaan.

**Sitokinin** (cytokinin), salah satu golongan atau kelompok zat pengatur tumbuh baik yang alamiah maupun sintetik, yang terlibat dalam beberapa aktivitas seperti pembelahan sel, inisiasi organ, pemecahan dormansi, dan beberapa aktivitas lainnya.

**Stek**, potongan atau bagian vegetatif tanaman (akar, batang, daun) yang digunakan untuk bahan perbanyakan tanaman bersangkutan.

**Scion**, merupakan bagian dari sambungan yang berkembang menjadi percabangan beserta daunnya atau sebagai batang atas. *Scion* ini dapat berupa percabangan kecil atau hanya tunas saja. Sering dikenal sebagai entries atau enten.

**Stock** atau *root-stock*, merupakan bagian dari sambungan yang berkembang sebagai batang bawah yang memiliki sistim perakaran.

**Tunas**, struktur rudimenter (dasar atau tidak sempurna) dari jaringan meristematik yang memiliki potensi untuk tumbuh dan berkembang menjadi struktur vegetatif, reproduktif ataupun keduanya.

**Tunas Aksilar** (*Axillary Bud*), tunas-tunas yang tumbuh dan berkembang di ketiak daun.

**Zat pengatur tumbuh**, suatu substansi baik alami maupun sintetik yang secara fisiologis dapat mengatur arah pertumbuhan dan

perkembangan (merangsang ataupun menghambat) suatu tanaman. Berdasarkan fungsi fisiologisnya, terdapat berbagai macam jenis zat pengatur tumbuh seperti auksin, gibberillin, sitokinin, etilen, dan lain sebagainya.

**Variasi somaklonal**, variasi-variasi atau keragaman tanaman yang diperoleh dalam populasi tanaman berasal dari sel-sel somatic tanaman (pembiasaan vegetatif tanaman).

# INDEKS

Adaptasi 10, 11, 15, 16, 19, 22, 35, 37, 39  
Anakan 15, 44  
Anatomi 49  
Areal 10, 11, 18, 19, 24, 27, 30, 32, 36, 37, 53  
Bahan bakar minyak 1, 3, 4, 5, 6  
Bahan bakar nabati 4, 5, 6  
Batang atas 7, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 22, 23, 24, 25, 27, 34, 35, 37,  
38, 39, 40, 42, 43  
Batang bawah 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23,  
24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43  
Bedeng (bedengan) 25  
Benih 6, 7, 24  
Berpengaruh 15, 22, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 51  
Bibit 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 31, 33,  
34, 35, 36, 44, 45  
Bidang sambung 13, 14, 15, 17, 18, 22, 23, 26, 28, 30, 35, 37, 38,  
40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50  
Biofuel 5, 6  
Biomassa 5, 22  
Bisnis 5  
Bongkar 10, 11, 17, 18  
Bunga betina 2, 44  
Bunga jantan 2, 41, 44  
Cabang 2, 13, 15, 16, 18, 19, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 44, 46  
Curah hujan 6, 8  
Dampak lingkungan 6  
Differensiasi 46  
Ekonomi 4, 5, 10, 18  
Energi 4, 5, 6, 9, 10, 11  
Energi fosil 4, 5  
Energi terbarukan 6  
Entries 15, 18, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 37, 38, 39  
Fase 11, 16, 17, 30, 39, 40  
Fisiologis 15, 42  
Floem 40, 47, 51



Generatif 16, 40, 42  
Genetis 17, 44  
Genotipe 7, 8, 10, 11, 15, 17, 22, 23, 24, 27, 29, 30, 32, 39, 41, 42, 44, 53  
*Graft union* 40  
*Grafting (graft)* 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 30, 31, 32, 44, 45, 47, 48, 52  
Hama-penyakit, 10, 11, 12, 13, 16  
Hasil; dihasilkan; menghasilkan; berhasil; keberhasilan 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53  
Hermaphrodite 2  
Hortikultura 52  
Induk 13, 22, 23, 25, 28  
*Jatropha curcas* L. 2, 19, 24, 28, 42  
*Jatropha gossypifolia* L. 24, 28, 41, 42, 44  
Kalus 40, 43, 47, 48, 50, 51, 52  
Kambium 28, 40, 46, 47, 48, 49, 50  
Kapsul 25  
Karakter 12, 13, 23, 29, 40, 41, 42, 44, 47  
Kekeringan 6, 10, 11, 12, 41, 42, 44, 51  
Keunggulan 16, 17, 23, 24  
Klon 14, 18, 41  
Kompatibel 17, 42, 46, 47  
Konvensional 6  
Kotiledon 25  
Kulit batang 32, 51  
Lahan kering 5, 6, 8, 19, 24  
Lahan marginal 2  
Malai 2, 5, 37  
Marginal 2  
Media tanam 24, 25  
Meristem 50  
Minyak 3, 4, 5, 6, 7, 39  
*Monoceous* 2  
Morfologi 41, 43  
Nabati 3, 4, 5  
Obat 3, 6  
Panen; pascapanen 6  
Pemangkasan 31, 35, 36, 44, 46  
Pembatas 2, 6, 15

Pembibitan 24, 25, 26, 36, 53  
Perakaran 11, 12, 16, 17, 19, 23, 24, 41, 47, 50  
Perbanyak 16, 17, 23, 25, 52  
Percabangan 2, 13, 15, 16, 18, 19, 31, 33, 34, 35, 44, 46  
Perkebunan 7, 23, 53  
Perkembangan 10, 19, 22, 36, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 49  
Pertanaman 7, 10, 11, 18, 19, 20, 29, 36, 37, 40, 43  
Pertumbuhan 4, 10, 12, 17, 22, 25, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46,  
47, 48, 49, 50, 51, 52  
Pindah tanam 29, 41  
Pohon induk 19  
Populasi 2, 6, 7, 9, 15, 16, 18, 22, 25, 28, 34  
Populer 5  
Produksi 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 27, 30, 32,  
38, 39, 40, 41, 43, 44, 46  
Produktif 8, 10, 12, 18, 19, 22, 36, 53  
Rehabilitasi 10, 18, 19, 29  
*Root stock* 15  
Sambung celah 14, 18, 19, 22, 23, 26, 34, 35  
Sambung samping 14, 25, 26, 38, 45  
Seleksi massa 7, 8, 39  
Tajuk 22, 36  
Tanaman budidaya 6  
Teknik 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 28, 29, 30,  
31, 32, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 52, 53, 54  
*Top working* 8, 12, 18, 53  
Translokasi 46, 50  
Tunas 11, 18, 27, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 44, 45, 46, 51  
Turunan 14  
Unggul 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 27, 29, 30, 32,  
39, 47, 53  
Unsur hara 22, 46, 49  
Vaskular 48, 50  
Vegetatif 8, 16, 17, 39, 40, 41, 49  
Xylem 40, 47, 51