

Teknologi Budidaya Kopi



TEKNOLOGI BUDI DAYA TANAMAN KOPI



TEKNOLOGI BUDI DAYA TANAMAN KOPI

Handi Supriadi

Yulius Ferry

Meynarti Sari Dewi Ibrahim



INDONESIAN AGENCY FOR AGRICULTURAL RESEARCH
AND DEVELOPMENT (IAARD) PRESS

2018

TEKNOLOGI BUDI DAYA TANAMAN KOPI

Cetakan 2018

Hak cipta dilindungi undang-undang

©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2018

Katalog dalam terbitan

SUPRIADI, Handi

Teknologi budi daya tanaman kopi /Penyusun, Handi Supriadi, Yulius Ferry, dan Meynarti Sari Dewi Ibrahim.--Jakarta: IAARD Press, 2018. x, 126 hlm.: ill.; 21 cm

ISBN 978-602-344-129-7

I. Kopi 2. Budi Daya

I. Judul II. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

III. Supriadi, Handi IV. Ibrahim, Meynarti Sari Dewi Ibrahim

633.73

Redaksi Pelaksana:

Dewi Nur Rokhmah, SP, M.Sc

Arifa Nofriyaldi Chan

Tata Letak dan Desain Sampul:

Arifa Nofriyaldi Chan

Dermawan Pamungkas, A.Md.

Cetakan I

2015

Cetakan II

2018 (Edisi Revisi)

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540

Telp: +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

ANGGOTA IKAPI NO: 445/DKI/2012

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
PENDAHULUAN	1
PERSIAPAN LAHAN.....	4
Pemilihan Lahan.....	4
Kesesuaian Lahan	5
Pembukaan Lahan	9
PERSIAPAN TANAM.....	11
Pengajiran	11
Jarak tanam.....	12
Lubang Tanam.....	13
Pemanfaatan Lahan	14
Pengendalian Erosi	15
Pembuatan teras bangku	16
Pembuatan teras individu.....	18
Pembuatan rorak.....	19
Penanaman Penaung	20
a. Penaung sementara	21

b. Penaung tetap	22
BAHAN TANAM UNGGUL.....	25
Kopi Arabika.....	25
Kopi Robusta.....	26
Kopi Liberika.....	28
PERBANYAKAN BAHAN TANAMAN.....	29
Konvensional.....	29
a. Generatif (biji)	29
b. Vegetatif (klonal)	39
Non Konvensional	69
a. Kultur pucuk (<i>shoot tip culture</i>)	71
b. Kultur mata tunas (<i>single node culture</i>).....	73
c. Kultur tunas adventif	74
Perbanyak Kopi Menggunakan Embriogenesis Somatik	75
PENANAMAN	81
Pembuatan Lubang Tanam.....	81
Pelaksanaan Penanaman	82
PEMUPUKAN	84
Unsur Hara	84

Manfaat Pemupukan.....	89
Kebutuhan Pupuk	91
Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Kebun Kopi	93
PEMANGKASAN.....	94
Pangkasan Batang Tunggal	95
Pangkas bentuk.....	96
Pemangkasan Lewat Panen/Pemeliharaan.....	98
PENGELOLAAN PENAUNG.....	101
Penaung Sementara	101
Penaung Tetap.....	101
DIVERSIFIKASI USAHA PADA BUDIDAYA KOPI.....	103
Tumpang Sari dengan Tanaman Semusim	103
Tumpang Sari dengan Tanaman Tahunan.....	103
Integrasi dengan Ternak	105
PENUTUP.....	107
BAHAN BACAAN.....	108



KATA PENGANTAR

Tanaman kopi telah berkembang sejak ratusan tahun lalu, sebagian besar dikembangkan oleh petani dalam bentuk perkebunan rakyat. Kopi merupakan komoditas ekspor yang penting sebagai sumber divisa negara, perkembangan ekonomi daerah, dan pendapatan petani. Walaupun perdagangan kopi selalu mengalami pasang surut baik di pasar dalam negeri maupun dunia, namun peran tanaman kopi masih sangat penting.

Saat ini industri kopi semakin menarik banyak pihak, produk kopi bermerek, iklan kopi, penikmat kopi semakin marak dan berkembang. Di beberapa negara pecandu kopi dengan citarasa tertentu semakin fanatik dan eksekutif. Semua kemajuan industri perkopian tersebut sangat ditentukan oleh pengelolaan di sektor hulu (*on farm*).

Petani kopi akan sangat menentukan jumlah produksi yang dicapai, kualitas hasil seperti citarasa dan ketepatan waktu dalam menyediakan kebutuhan konsumen dan industri. Untuk itu petani membutuhkan teknologi yang tepat dalam memenuhi kebutuhan tuntutan hilirisasi tersebut.

Buku teknologi budi daya kopi berusaha menyampaikan teknologi-teknologi yang diperlukan petani dalam memenuhi kebutuhan tuntutan hilirisasi tersebut. Dimulai dari pembukaan lahan, penyediaan bahan tanaman, pemeliharaan, dan polatanam, pada 3 jenis kopi, yaitu Robusta, Arabika, dan Liberika. Liberika merupakan jenis kopi yang peminatnya mulai berkembang pesat terutama di Asia Tenggara karena sesuai untuk dikembangkan di daerah rawa dan cocok untuk industri makanan seperti permen. Semoga penerbitan buku ini memberikan manfaat bagi petani dan

pembaca lainnya dalam mengadopsi teknologi yang sesuai untuk diterapkan di lapangan usaha.

Sukabumi, November 2018

Kepala Balai Penelitian
Tanaman Industri dan Penyegar,

Ir. Syafaruddin, Ph.D.

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Luas areal tanaman kopi pada tahun 2017 mencapai 1.238.598 ha dengan produksi 717.962 ton. Volume ekspor kopi pada tahun 2017 sebesar 467.790 ton dengan nilai mencapai U\$ 1.186.886.000. Komoditas tersebut menjadi sumber pendapatan utama sekitar 1,770.508 kepala keluarga petani.

Perkebunan kopi di Indonesia kepemilikannya didominasi oleh Perkebunan Rakyat (PR) yang luasnya mencapai 96,21% (1.191.646 ha) dari total areal kopi di Indonesia, sedangkan sisanya 1,85% (22.868 ha) merupakan Perkebunan Besar Negara (PBN) dan 1,95% (24.085 ha) Perkebunan Besar Swasta (PBS). Komposisi tersebut menunjukkan bahwa peranan petani kopi dalam keberhasilan usahatani cukup signifikan sehingga pemberdayaan sumberdaya petani perlu dilakukan.

Petani di Indonesia menanam tiga jenis kopi, yaitu Robusta, Arabika, dan Liberika. Kopi Robusta dan Arabika umumnya ditanam di tanah mineral dengan ketinggian tempat masing-masing 100–600 m dpl dan di atas 1.000 m dpl, sedangkan kopi Liberika banyak ditanam pada lahan pasang surut bergambut dan tanah mineral dekat permukaan laut sampai ketinggian 900 m dpl.

Kopi Robusta merupakan tanaman yang paling banyak diusahakan oleh petani di Indonesia, kemudian diikuti oleh kopi

Arabika dengan luas masing-masing mencapai 896.205 (72,36%) dan 314.963 ha (25,36%). Kopi Robusta tersebar hampir di seluruh kepulauan Indonesia. Urutan luas areal kopi Robusta adalah wilayah Sumatera (584.481 ha), Jawa (143.502 ha), Nusa Tenggara dan Bali (84.459 ha), Sulawesi (59.654 ha), Kalimantan (20.970 ha), dan Maluku serta Papua (3.139 ha). Kopi Arabika sebagian besar tersebar di wilayah Sumatera (190.446 ha), kemudian diikuti Sulawesi (56.266 ha), Jawa (51.361 ha), Nusa Tenggara dan Bali (33.122 ha) dan terendah terdapat di wilayah Maluku dan Papua (10.840 ha). Selama ini data statistik kopi Liberika dimasukkan ke dalam kopi Robusta.

Produktivitas kopi Robusta di Indonesia hanya 723,01 kg/ha, sedangkan Arabika 761,56 kg/ha. Nilai tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan potensi klon/varietas unggul kopi Robusta maupun Arabika yang produktivitasnya dapat mencapai 2.000 kg/ha. Begitu juga jika dibandingkan dengan produktivitas kopi Robusta di Vietnam yang berkisar 2,5–2,6 ton/ha, maupun kopi Arabika di Brasil yang mencapai 1,47 ton/ha.

Penyebab dari rendahnya produktivitas kopi di Indonesia di antaranya: (1) bahan tanaman yang digunakan petani bukan klon/varietas unggul dan (2) petani belum sepenuhnya menerapkan teknologi budi daya sesuai anjuran. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan melalui penyebaran informasi tertulis tentang praktik budi daya kopi yang baik (*good agricultural practices/GAP*).

Tujuan dari penulisan buku ini adalah memberikan informasi mengenai praktik budi daya kopi yang baik, khususnya dalam aspek persiapan lahan, pembibitan, persiapan tanam, penanaman, pemeliharaan, dan diversifikasi usahatani kopi.

PERSIAPAN LAHAN

Pemilihan Lahan

Ketinggian tempat untuk kopi Robusta, Arabika, dan Liberika bervariasi, masing-masing 100–600 m dpl, 1.000–2.000 m dpl, dan 0–900 m dpl. Kondisi tersebut menyebabkan suhu udara untuk ketiga jenis kopi berbeda satu sama lainnya, yaitu masing-masing 21–24°C, 15–25°C, dan 21–30°C. Curah hujan yang dibutuhkan kopi Robusta dan Arabika hampir sama, yaitu 1.250–2.500 mm/tahun, sedangkan untuk kopi Liberika nilainya lebih tinggi, yaitu 1.250–3.500 mm/tahun. Bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm/bulan) yang dibutuhkan untuk kopi Robusta dan Liberika sama, yaitu sekitar 3 bulan/tahun, sedangkan untuk kopi Arabika 1–3 bulan/tahun.

Secara umum lahan (tanah) untuk tanaman kopi Robusta, Arabika, maupun Liberika mempunyai karakteristik/sifat hampir sama, yaitu (1) kemiringan tanah kurang dari 30%, (2) kedalaman tanah efektif lebih dari 100 cm, (3) tekstur tanah berlempung (*loamy*) dengan struktur tanah lapisan atas remah, (4) kadar bahan organik di atas 3,5% atau kadar karbon (C) di atas 2%, (5) nisbah C dan nitrogen (N) 10–12, (6) kapasitas tukar kation (KTK) di atas 15 me/100 g, (6) kejenuhan basa (KB) di atas 35%, (7) kemasaman (pH) tanah 5,5–6,5 dan (8) kadar unsur hara N, posfor (P), kalium (K), kalsium (Ca) serta magnesium (Mg) cukup sampai tinggi.

Makin tinggi elevasi tempat tumbuh kopi Robusta di daerah Lampung, maka kadar kafein dan lemak cenderung semakin meningkat. Selanjutnya, proses pengolahan kopi secara basah menghasilkan mutu citarasa kopi Robusta Lampung lebih tinggi dibandingkan dengan pengolahan secara kering

Ketinggian tempat tumbuh kopi Arabika berpengaruh terhadap nilai kandungan kimia serta mutu citarasanya. Kandungan protein, kafein, lemak, dan abu pada ketinggian 1.600 m dpl merupakan yang tertinggi, yaitu masing-masing 12,09%; 1,08%; 14,31%; dan 5,28%. Skor citarasa tertinggi juga diperoleh dari kopi Arabika yang ditanam pada ketinggian 1.600 m dpl, yang memiliki karakter citarasa spicy, strong fragrance dan chocolaty. Kopi Arabika Garut yang ditanam pada ketinggian tempat berbeda (1.200–1.600 m dpl) berpotensi untuk dikembangkan menjadi kopi spesialti Arabika karena memiliki nilai skor citarasa lebih besar atau sama dengan 80,00 (81,25–83,00) dan masuk dalam kriteria kopi spesialti.

Terdapat korelasi yang nyata antara ketinggian tempat dengan beberapa sifat kimia tanah dan mutu fisik biji kopi Arabika di dataran tinggi Garut. Semakin tinggi tempat maka semakin meningkat pula sifat kimia tanah seperti pH, C-organik, N-total, Na, dan KTK, tetapi sebaliknya untuk P₂O₅ total. Meningkatnya tinggi tempat dan beberapa sifat kimia tanah tersebut dapat meningkatkan pula mutu biji fisik kopi Arabika yang meliputi persentase biji normal dan berat 100 biji.

Kesesuaian Lahan

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu. Kesesuaian lahan tersebut dapat dinilai untuk kondisi saat ini (kesesuaian lahan aktual) atau setelah diadakan perbaikan (kesesuaian lahan potensial). Secara kuantitatif kriteria teknis kesesuaian lahan untuk kopi Arabika, Robusta, dan Liberika tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria teknis kesesuaian lahan untuk kopi Robusta, Arabika, dan Liberika

No	Parameter	Kelas Kesesuaian			N
		S1	S2	S3	
1	2	3	4	5	6
	Iklim				
	- Curah hujan tahunan (mm)	1.500–2.000	1.250	1.250	< 1.000
			2.000–2.500	2.500–3.000	> 3.000
	- Lama bulan Kering (<60 mm/bl)	2–3	3–4	4–5	> 5
				1–2	< 1
2	Ketinggian tempat (m dpl)				
	- Robusta	300–500	500–600	600–700	> 700
			100–300	0–100	
	- Arabika	1.000–1.500	850–1.000	650–850	< 650
			1.500–1.750	1.750–2.000	> 2.000
	- Liberika	300–500	600–800	800–1.000	> 1.000
			0–300		
3	Lereng (%)	0–8	8–25	25–45	> 45
4	Sifat fisik tanah				
	- Kedalaman efektif (cm)	> 150	100–150	60–100	< 60
	- Tekstur	Lempung berpasir;	Pasir berlempung;	Liat	Pasir

		Lempung berliat;	Liat berpasir;		Liat berat
		Lempung berdebu;	Liat berdebu		
		Lempung liat berdebu;			
	- Batu dipermukaan (%)	-	0-3	3-15	>15
5	Genangan			1-7 hari	>7 hari
	- Klas drainase	Baik	Agak baik	Agak buruk	Berlebihan
				Buruk	Sangat buruk
				Agak berlebihan	
6	Sifat kimia tanah (0-30 cm)				
	- pH	5,5-6,0	6,1-7,0	7,1-8,0	> 8,0
			5,0-5,4	4,0-4,9	< 4,0
	- C-Organik (%)	2-5	1-2	0,5-1	< 0,5
			5-10	10-15	>15
	- KTK (me/100 g)	> 15	10-15	5-10	< 5
	- KB (%)	> 35	20-35	< 20	-
	- N (%)	> 0,21	0,1-0,2	<0,1	-
	- P ₂ O ₅ tersedia (ppm)	> 16	10-15	< 10	-
	- K dd (me %)	> 0,3	0,1-0,3	< 0,1	-
7.	Toksisitas				
	-Salinitas (mmhos/cm)	< 1	1-3	3-4	> 4
	- Kejenuhan Al (%)	< 5	5-20	20-60	> 60

Sumber: Ditjenbun (2014)

Kelas kesesuaian lahan pada suatu wilayah ditentukan berdasarkan tipe penggunaan lahan.

Kelas S1: sangat sesuai (*highly suitable*)

Lahan dengan klasifikasi ini tidak mempunyai pembatas serius untuk menerapkan pengelolaan yang dibutuhkan atau hanya mempunyai pembatas tidak berarti dan tidak berpengaruh nyata terhadap produktivitas lahan serta tidak akan meningkatkan keperluan masukan yang telah biasa diberikan.

Kelas S2: sesuai (*suitable*)

Lahan mempunyai pembatas-pembatas agak serius untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus diterapkan. Faktor pembatas yang ada akan mengurangi produktivitas lahan serta mengurangi tingkat keuntungan dan meningkatkan masukan yang diperlukan.

Kelas S3: sesuai marginal (*marginally suitable*)

Lahan mempunyai pembatas-pembatas serius untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus diterapkan. Tingkat masukan melebihi kebutuhan yang diperlukan oleh lahan dengan tingkat kesesuaian S2, meskipun masih dalam batas-batas kebutuhan normal.

Kelas N: tidak sesuai (*not suitable*)

Lahan dengan faktor pembatas permanen sehingga mencegah segala kemungkinan pengembangan lahan untuk

penggunaan tertentu. Faktor pembatas ini tidak dapat dikoreksi dengan tingkat masukan yang normal.

Pembukaan Lahan

Langkah awal dari pembukaan lahan adalah melakukan penebangan dan pembongkaran terhadap pohon, perdu, dan tunggul beserta perakarannya. Kayu dan serasah (sisa-sisa tanaman, perdu, dan tunggul), hasilnya ditumpuk pada satu tempat di pinggir kebun. Pembukaan lahan harus dilakukan tanpa adanya pembakaran (*zero burning*) dan penggunaan herbisida dilakukan secara terbatas bijaksana.

Manfaat pembukaan lahan tanpa bakar antara lain: (1) melindungi humus dan mulsa yang telah terbentuk bertahun-tahun, (2) mempertahankan kelembapan tanah, (3) meningkatkan kandungan bahan organik, (4) mempertahankan kelestarian lingkungan, terutama tidak menyebabkan polusi udara, (5) menjaga kemasaman (pH) tanah dan mengurangi biaya pemeliharaan setelah penanaman.

Tanaman kayu-kayuan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi seperti eucalyptus, suren, dan sengon yang diameternya kurang dari 30 cm, dapat dijadikan sebagai penaung tetap. dengan populasi 200–500 pohon/ha dan ditata dalam arah utara–selatan.

Pembersihan gulma dapat dilakukan secara manual menggunakan cangkul, arit, dan parang, maupun kimiawi

menggunakan herbisida sistemik atau kontak tergantung jenis gulmanya secara terbatas dan bijaksana. Untuk memudahkan kontrol kebun dibuat jalan produksi (jalan setapak) dan agar kebun tidak tergenang air dibuat saluran drainase. Lahan yang mempunyai kemiringan lebih dari 30% dibuat teras.



Gambar 1. (A) penebangan pohon dan (B) pembuatan saluran drainase

PERSIAPAN TANAM

Pengajiran

Pengajiran bertujuan: (1) mengatur jarak tanam di lapangan, (2) mempermudah pembuatan lubang tanam, (3) membantu agar benih yang ditanam membentuk garis lurus sehingga mempermudah dalam pengelolaan dan pemeliharaan tanaman. Pada lahan datar pengajiran dilakukan secara larikan dengan arah barisan mengikuti arah mata angin. Ajir induk/kepala ditempatkan pada arah utara-selatan, sedangkan ajir anakan (pengisi) pada arah timur-barat. Ajir induk ditempatkan di tengah apabila lahannya luas dan diletakkan di pinggir apabila luasnya kurang dari 1 ha. Pada lahan miring (kemiringan lahan di atas 30%), pemancangan ajir dilakukan sesuai kontur dengan mengikuti prinsip titik-titik pada ketinggian yang sama. Alat yang dipakai untuk tanah datar adalah bambu-bambu yang telah dibelah dengan ukuran panjang sekitar 1 m, sedangkan pada tanah berkontur menggunakan segitiga kontur.



Gambar 2. Pengajiran

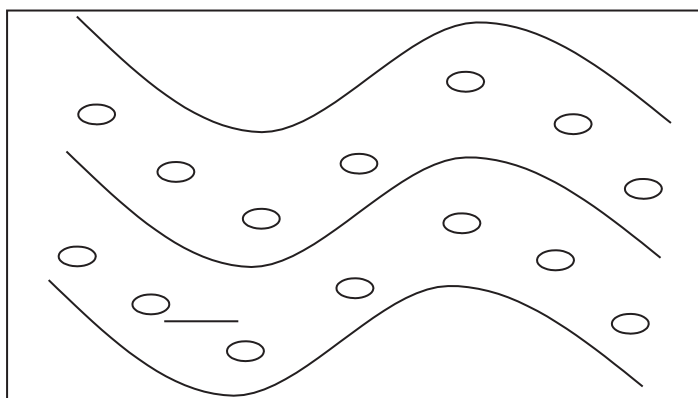
Jarak Tanam

Jarak tanam untuk kopi Arabika bervariasi tergantung kepada tipenya. Jarak tanam kopi Arabika untuk tipe katai, agak katai, dan jangkung terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jarak tanam kopi Arabika untuk tipe katai, agak katai, dan jangkung

Tipe kopi	Jarak tanam
Agak Katai (Andung Sari (AS) 1, AS 2k, Komposit Andung Sari Tiga (Komasti), dan Sigarar Utang)	2,5 m x 2 m
Jangkung (Gayo 1, Gayo 2, Kopyol, S 795, Abessinia (AB 3), USDA 762)	2,5 m x 2,5 m atau 3,0 m x 2,0 m

Pada lahan miring, jarak tanam dalam teras untuk kopi Arabika tipe katai 2,00–2,25 m, sedangkan untuk tipe jangkung 2,50–2,75 m. Jarak tanam kopi Robusta pada lahan datar 2,5 m x 2,5 m atau 3,0 m x 2,0 m, sedangkan pada lahan miring 2,0 m x 2,5 m. Jarak tanam kopi Liberika 3,0 m x 3,0 m atau 4,0 m x 2,5 m.



Gambar 3. Tata tanam kopi pada lahan berkontur

Keterangan :

- : tanaman kopi
- : jarak tanam

Lubang Tanam

Pembuatan lubang tanam sebaiknya dilakukan 6 bulan sebelum tanam. Ukuran lubang tanam tergantung kepada tekstur dan struktur tanah, makin berat tanah maka ukuran lubang tanam makin besar. Ukuran lubang tanam yang baik adalah 60 cm x 60 cm

pada bagian permukaan dan 40 cm x 40 cm pada bagian dasar dengan kedalaman 60 cm. Untuk teras kontur, lubang tanam dibuat di dekat sisi miring sebelah atas. Makin terjal kemiringan tanah, semakin dekat sisi miring sebelah atasnya.

Tanah galian lapisan atas (*top soil*) dipisahkan dari tanah lapisan bawah (*sub soil*). Tanah lapisan atas di sebelah barat, sedangkan tanah lapisan bawah di sebelah timur agar tanah lapisan bawah dapat tersinari cahaya matahari dengan tujuan untuk mematikan mikroorganisme. Tanah bekas galian dibiarkan minimal selama 1 bulan. Tanah lapisan atas dapat dicampur dengan pupuk organik.

Kebun yang tanahnya kurang subur dan kadar bahan organik rendah, ke dalam lubang tanam ditambahkan pupuk organik (pupuk hijau dan pupuk kandang), 4–5 bulan sebelum penanaman kopi dengan dosis 5–10 kg per lubang. Lubang tanam sebaiknya ditutup dengan tanah lapisan atas, 3 bulan sebelum tanam kopi dengan posisi ajir berada di tengah lubang tanam.

Pemanfaatan Lahan

Lahan kosong yang tersedia selama masa persiapan lahan, dapat dimanfaatkan dengan ditanami beberapa jenis tanaman semusim sebagai *pre-cropping*, seperti talas, ubi jalar, jagung, kacang-kacangan, dan sayuran. Jenis tanaman disesuaikan dengan kebutuhan petani, peluang pasar, dan kondisi lingkungan setempat.

Pengendalian Erosi

Erosi adalah hilangnya atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang diangkut oleh air atau angin ke tempat lain. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Kondisi ini menyebabkan tanah di perkebunan kopi menjadi terdegradasi (berkurang kesuburannya), terutama pada kebun yang mempunyai kemiringan lereng cukup tinggi (di atas 8%).

Tingkat erosi paling tinggi terjadi pada periode persiapan lahan dan tanaman belum menghasilkan (TBM). Tingkat erosi akan semakin berkurang setelah tanaman dewasa karena air hujan ditahan oleh tajuk tanaman yang sudah menutupi hampir seluruh permukaan tanah.

Upaya untuk mengatasi erosi dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Apabila kebun kopi mempunyai tingkat kemiringan kurang dari 8%, perlu dibuat rorak.
2. Lereng lapangan lebih dari 8%, perlu dibuat teras bangku dan rorak. Teras bangku dibuat dengan cara memotong panjang lereng dan meratakan tanah di bagian bawahnya sehingga terjadi suatu deretan bangunan yang berbentuk seperti tangga. Fungsi utama teras bangku adalah (1) memperlambat aliran permukaan, (2) menampung dan menyalurkan aliran permukaan dengan kekuatan yang tidak merusak, (3)

meningkatkan laju infiltrasi, dan (4) mempermudah pengolahan tanah.

3. Lahan yang mempunyai kemiringan lebih dari 45% sebaiknya tidak dipakai untuk budi daya tanaman kopi. Lahan tersebut sesuai untuk digunakan tanaman kayu-kayuan atau sebagai hutan cadangan/hutan lindung. Namun demikian, dalam kondisi tertentu areal yang curam (kemiringan lahan lebih dari 45%) dapat dimanfaatkan untuk penanaman kopi, dengan syarat harus dilengkapi teras individu.

Pembuatan Teras Bangku

Pembuatan teras bangku dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

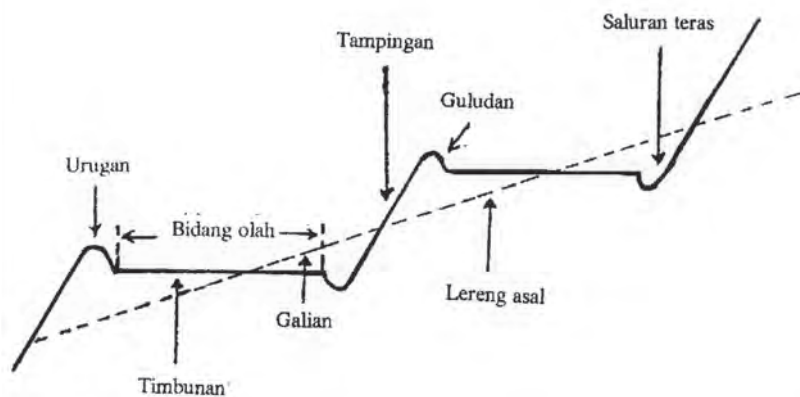
1. Teras bangku dapat dibuat dengan interval vertikal 0,5–1 m.
2. Pembuatan teras dimulai dari lereng atas dan terus ke lereng bawah untuk menghindari kerusakan teras yang sedang dibuat oleh air aliran permukaan bila terjadi hujan.
3. Tanah bagian atas digali dan ditimbun ke bagian lereng bawah sehingga terbentuk bidang olah baru. Tampingan teras dibuat miring, membentuk sudut 200% (63°) dengan bidang horizontal. Kalau tanah stabil tampingan teras bisa dibuat lebih curam (sampai 300% atau 71°).
4. Kemiringan bidang olah berkisar 0–3% mengarah ke saluran teras.
5. Guludan (bibir teras) dan bidang tampingan teras ditanami dengan tanaman berakar rapat, cepat tumbuh, dan menutup

tanah dengan sempurna. Untuk petani yang memiliki ternak ruminansia dapat ditanami rumput pakan ternak. Seperti rumput bahia (*Paspalum notatum*), rumput bedé (*Brachiaria decumbens*), rumput gajah (*Penisetum purpureum*) atau akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) dan serai wangi. Guludan teras dapat juga ditanami dengan salah satu tanaman legum seperti gamal (*Gliricidia sepium*) dan lamtoro yang sekaligus berfungsi sebagai penabung tetap tanaman kopi. Pada tanah Latosol, teras bangku yang diperkuat dengan rumput bedé dapat menurunkan erosi dari 1,2 ton/ha menjadi 0,4 ton/ha.

6. Sebagai kelengkapan teras, perlu dibuat saluran teras dengan ukuran lebar 15–25 cm, kedalaman 20–25 cm.
7. Untuk mengurangi erosi dan meningkatkan infiltrasi, rorak bisa dibuat di dalam saluran teras.



Gambar 4. Pembuatan teras bangku/sabuk pada lahan miring



Gambar 5. Sketsa pembuatan teras bangku

Pembuatan Teras Individu

Teras individu adalah teras yang dibuat secara terpisah-pisah, satu teras untuk satu pohon (tanaman tahunan). Teras individu tidak perlu searah garis kontur, tetapi menurut arah yang paling cocok untuk penanaman tanaman (misalnya arah timur-barat untuk mendapatkan cahaya matahari maksimal).

Teknik pembuatan teras individu:

1. Bidang teras diratakan pada titik-titik tempat penanaman dengan luas sama atau lebih kecil dari proyeksi tajuk pohon, sesuai kondisi lapangan. Lubang tanam dibuat di bagian tengah teras.

-
2. Areal yang kosong ditanami di antara barisan tanaman dengan rumput/legum penutup tanah.

Pembuatan Rorak

Rorak adalah lubang atau penampung yang ditujukan untuk: (1) menampung dan meresapkan air aliran permukaan ke dalam tanah, (2) memperlambat laju aliran permukaan, (3) pengumpul sedimen yang memudahkan untuk mengembalikannya ke bidang olah dan (4) media penampung bahan organik, yang merupakan sumber hara bagi tanaman. Rorak dibuat setelah benih di tanam di lapangan, dan pada tanaman yang sudah produktif dibuat setiap tahun.

Pembuatan rorak di lahan datar dilakukan pada jarak 40–60 cm dari batang tanaman kopi, dengan ukuran panjang 120 cm, lebar 40 cm, dan dalam 40 cm. Jarak rorak dari batang tanaman kopi dapat berubah sesuai dengan pertumbuhan tanaman. Pada lahan miring rorak dibuat memotong lereng, atau searah dengan terasan (sejajar garis kontur), dibuat pada bidang olah atau di saluran teras. Serasah kebun, hasil pangkasan ranting kopi dan penaung, hasil penyiangan gulma, kompos, serta pupuk kandang dapat dimasukkan ke dalam rorak untuk dijadikan pupuk organik.



Gambar 6. Rorak di kebun kopi: (A) pembuatan rorak, dan (B) lubang rorak

Penanaman Tanaman Penaung

Tanaman kopi (*Coffea* sp.) merupakan tanaman C3, dengan ciri khas efisiensi fotosintesis rendah. Efisiensi fotosintesis yang rendah menyebabkan laju pertumbuhan tanaman kopi menjadi tidak optimal. Proses fotorespirasi terjadi pada saat intensitas cahaya matahari tinggi dan suhu di sekitar tanaman meningkat. Kondisi tersebut terjadi jika kopi ditanam tanpa diberi penaung. Oleh karena itu, agar tanaman kopi dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal, tanaman tersebut perlu diberi tanaman penaung.

Manfaat tanaman penaung bagi tanaman kopi antara lain untuk mengurangi intensitas cahaya matahari agar tidak terlalu panas, mengurangi perbedaan temperatur antara siang dan malam, menjaga iklim mikro agar lebih stabil, sumber bahan organik, penahan angin dan erosi, memperpanjang umur tanaman/masa

produksi kopi (di atas 20 tahun), mengurangi kelebihan produksi (*over bearing*) dan mati cabang, serta meningkatkan kualitas kopi.

Ada 2 jenis tanaman penaung yang perlu dikelola dalam budi daya kopi, yaitu penaung sementara dan penaung tetap. Penaung sementara berfungsi menaungi tanaman kopi muda sampai penaung tetap berfungsi secara optimal sedangkan penaung tetap mempunyai peran menjaga stabilitas daya hasil tanaman kopi.

a. Penaung sementara

Jenis tanaman penaung sementara yang banyak digunakan adalah *Moghania macrophylla*, *Crotalaria* sp., dan *Tephrosia* sp. Tanaman *M. macrophylla* sesuai digunakan di lahan yang berada pada ketinggian tempat kurang dari 700 m dpl, sedangkan untuk daerah dengan ketinggian tempat di atas 700 m dpl sebaiknya menggunakan *Tephrosia* sp. atau *Crotalaria* sp. Pada daerah endemik penyakit nematoda parasit disarankan menggunakan *Crotalaria* sp.

Manfaat dari tanaman penaung sementara antara lain:

1. Melindungi tanah dari erosi.
2. Meningkatkan kesuburan tanah melalui tambahan organik asal tanaman penutup tanah sementara.
3. Menekan pertumbuhan gulma.

Tanaman penaung sementara ditanam minimal 1 tahun sebelum penanaman kopi, dengan cara ditanam dalam barisan pada selang jarak 2–4 m atau mengikuti kontur.



Gambar 7. Penaung sementara *Tephrosia* sp.

b. Penaung tetap

Tanaman penaung tetap diperlukan agar budi daya tanaman kopi berkelanjutan. Lahan pada pertanaman kopi tanpa penaung tetap cenderung cepat terdegradasi sehingga mengancam keberlanjutan budi daya tanaman kopi pada lahan tersebut. Tanaman penaung tetap yang dianjurkan, yaitu lamtoro (*Leucaena* spp.), gamal (*Gliricidia sepium*), dadap (*Egthrina* sp.) dan sengon (*Paraserianthes falcataria*). Namun di lapang petani menggunakan berbagai jenis tanaman penaung untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Jenis tanaman penaung yang digunakan terdiri dari tanaman buah-buahan antara lain: alpukat (*Persea americana*), mangga (*Mangifera indica*), jambu biji (*Psidium guajava*), pisang (*Musa paradisiaca*), pepaya (*Carica papaya*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), jengkol (*Archidendron jiringa*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*),

durian (*Durio zibethinus*), cempedak (*Arthocarpus integra*), sukun (*Arthocarpus* sp.), petai (*Parkia speciosa*), markisa (*Passiflora edulis*) dan jeruk (*Citrus* sp.); tanaman perkebunan seperti karet (*Havea brasiliensis*), kayu manis (*Cinamomum mercurii*), cengkeh (*Eugenia aromatica*), kemiri (*Alleurites moluccana*), kakao (*Theobroma cacao*), kelapa (*Cocos nucifera*), pala (*Myristica fragrans*), dan melinjo (*Gnetum gnemon*); sampai tanaman penghasil kayu/tanaman hutan seperti pohon kertas (*Gmelina arborea*), kayu afrika (*Myopsis eminii*), mahoni (*Swietenia mahogani*), lada (*Eucalyptus deglupta*), suren (*Toona sureni*), jati (*Tectona grandis*), cempaka (*Michelia champaca*), rasamala (*Altingia excelsa*), pinus (*Pinus merkusii*), dan kasuari (*Casuarina* sp.)

Tanaman penaung glirisidia (*gliricidia sepium*) merupakan tanaman penaung paling baik untuk pertumbuhan kopi Arabika, di dataran menengah.



Gambar 8. Tanaman penaung gamal/glirisidia

Lamtoro yang tidak berbiji dapat diperbanyak dengan atau okulasi, ditanam dengan jarak 2 m x 2,5 m, setelah besar secara berangsur-angsur dijarangkan menjadi 4 m x 5 m.

BAHAN TANAM UNGGUL

Bahan tanam yang digunakan berpengaruh terhadap produktivitas, mutu, dan citarasa kopi yang dihasilkan. Oleh karena itu, bahan tanam yang digunakan hendaknya menggunakan varietas/klon unggul anjuran. Namun demikian, dalam pemilihan varietas/klon unggul anjuran perlu dipertimbangkan kesesuaian lahan untuk masing-masing varietas/klon tersebut agar dapat diperoleh produktivitas, mutu, dan citarasa yang optimal.

Kopi Arabika

Varietas kopi Arabika seperti S 795, Andung Sari (AS) 1, AS 2k, United State Department of Agricultural (USDA) 762, Abessinia (AB) 3 dan Sigarar Utang merupakan varietas unggul anjuran yang telah dilepas Menteri Pertanian Republik Indonesia. Dalam pemilihan varietas unggul tersebut harus mempertimbangkan faktor lingkungan tumbuh, terutama ketinggian tempat dan tipe iklim (Tabel 3), agar diperoleh hasil optimal.

Tabel 3. Varietas kopi Arabika anjuran sesuai dengan ketinggian tempat dan tipe iklim

Ketinggian Tempat (m dpl)	Varietas yang dianjurkan	
	Tipe iklim A atau B*	Tipe iklim C atau D*
700—1.000	S 795, Gayo 1	S 795, Gayo 1
≥ 1000	AS 1, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, Komasti	S 795, USDA 762, AS 1, Gayo 1, Komasti
≥ 1250	AS 1, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, Komasti	S 795, USDA 762, AS 1, Komasti

*) Tipe iklim menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson

Sumber: Ditjenbun (2014)

Kopi Robusta

Penanaman/pengembangan klon unggul kopi Robusta anjuran seperti BP 42, BP 234, BP 288, BP 358, BP 409, BP 436, BP 534, BP 936, BP 939, dan SA 237 yang sudah dilepas oleh Menteri Pertanian Republik Indonesia, harus dilakukan secara poliklonal, yaitu ditanam 3–4 klon dalam satu kebun. Agar budi daya kopi Robusta tersebut berhasil dengan baik maka dalam pemilihan komposisi klon harus mempertimbangkan faktor ketinggian tempat dan tipe iklim (Tabel 4).

Tabel 4. Klon kopi Robusta anjuran sesuai dengan ketinggian tempat dan tipe iklim) Tipe iklim menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson

No.	Tinggi tempat (m dpl), dan tipe iklim*	Klon-klon yang dapat dipilih
1	> 400 m dpl. Tipe iklim A,B	BP 358, BP 436, BP 534, BP 920, BP 936
2	> 400 m dpl. Tipe iklim C,D	BP 42, BP 234, BP 409, BP 939, BP 936, BP 534, SA 237, SA 203
3	< 400 m dpl. Tipe iklim A, B	BP 42, BP 234, BP 358, BP 436, BP 920, BP 936, BP 534
	< 400 m dpl. Tipe iklim C, D	BP 42, BP 234, BP 288, BP 409, BP 939, BP 936, BP 534, SA 237, SA 203
	Semua kondisi lingkungan	BP 308 (sebagai batang bawah tahan nematode)

*) Tipe iklim menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson

Sumber: Ditjenbun (2014)

Tipe iklim untuk tanaman kopi ditentukan berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson. Sistem klasifikasi iklim tersebut sudah sangat dikenal di Indonesia dan banyak digunakan dalam bidang kehutanan dan perkebunan.

Penentuan tipe iklim Schmidt-Ferguson berdasarkan kepada pada nilai Q, yaitu perbandingan antara bulan kering (BK) dan bulan basah (BB) dikalikan 100% ($Q = BK/BB \times 100\%$). Jumlah BB dan BK dihitung tahun demi tahun selama periode pengamatan, kemudian dijumlahkan dan ditentukan rata-ratanya. Kriteria BB adalah bulan dengan curah hujan di atas 100 mm, sedangkan BK merupakan bulan dengan curah hujan di bawah 60 mm. Jika dalam

satu bulan curah hujannya 60–100 mm tergolong ke dalam bulan lembap (BL). Klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson dikelompokkan menjadi 8 tipe iklim (Tabel 5).

Tabel 5. Tipe iklim berdasarkan Klasifikasi Schmidt dan Ferguson

Tipe iklim	Nilai Q (%)	Keadaan iklim dan vegetasi
A	< 14,3	Daerah sangat basah, hutan hujan tropika
B	14,3–33,3	Daerah basah, hutan hujan tropika
C	33,3–60,0	Daerah agak basah, hutan rimba, daun gugur pada musim kemarau
D	60,0–100,0	Daerah sedang, hutan musim
E	100,0–167,0	Daerah agak kering, hutan sabana
F	167,0–300,0	Daerah kering, hutan sabana
G	300,0–700,0	Daerah sangat kering, padang ilalang
H	> 700,0	Daerah ekstrim kering, padang ilalang

Kopi Liberika

Klon unggul kopi Liberika anjuran untuk kegiatan pengembangan adalah Liberika Tungkal Komposit (LIBTUKOM) asal Tanjung Jabung Barat, Jambi, dan Kopi Liberoid Meranti 1 (LIM 1) dan Liberoid Meranti 2 (LIM 2) asal Kepulauan Meranti, Provinsi Riau.

PERBANYAKAN BAHAN TANAMAN

Perbanyak bahan tanaman kopi dapat dilakukan secara konvensional dan non konvensional.

Konvensional

a. Generatif (biji)

Benih (biji) untuk pembibitan secara generatif dapat diperoleh dari kebun induk yang telah ditetapkan maupun dari pohon induk unggul yang terdapat di kebun petani. Daftar kebun induk kopi Arabika yang telah ditetapkan di Indonesia terdapat pada Tabel 6, sedangkan pohon induk unggul yang banyak dijadikan sebagai sumber benih oleh petani contohnya adalah kopi Arabika buah kuning di Cikajang, Garut, Jawa Barat (Gambar 9).



Gambar 9. Kebun induk kopi Arabika varietas Sigarar Utang yang sudah ditetapkan

Tabel 6. Daftar kebun sumber benih kopi Arabika yang telah ditetapkan

No	Kebun Sumber Benih	Luas (ha)	Varietas
1	Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember	1,50	Andung Sari 1 (AS 1)
		1,40	Sigarar utang
		0,90	S 795
2	PTP Nusantara XII, Surabaya	2,80	USDA 762
3	PT Kalibendo, Banyuwangi	10,00	S 795
4	Disbun Provinsi Bali, Denpasar	2,00	S 795
5	Disbun Provinsi Sumatera Utara, Medan	5,00	Sigarar Utang
6	Disbun Provinsi Jawa Barat, Bandung	1,00	S 795
7	Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH) Rahayu Tani, Bandung	2,00	Sigarar Utang
8	J. Tampubolon, Tapanuli Utara	1,00	Sigarar Utang
9	H. Simanjuntak, Kumbang Hasudutan	1,00	Sigarar Utang

Biji untuk pembibitan generatif diambil dari pohon yang berproduksi tinggi (produksi buah di atas 5 kg/pohon/tahun) dalam tiga musim (stabil). Buah kopi berwarna merah/kuning (matang fisiologis) diambil dari bagian tengah cabang produksi yang berbuah lebat dengan cara dipetik satu per satu.

Buah kopi hasil panen kemudian disortir dengan cara direndam dalam bak air dan dipilih buah kopi yang tenggelam. Buah kopi terpilih kemudian dikupas kulit buahnya dengan menggunakan tangan atau diinjak dengan kaki. Pengupasan dapat juga menggunakan mesin pengupas kulit buah (*pulper*). Buah kopi yang sudah dikupas (dikenal dengan nama kopi HS/gabah) kemudian difermentasi selama 12 jam dan dicuci untuk menghilangkan

lendirnya. Kopi gabah selanjutnya dikeringanginkan selama 2–3 hari di tempat yang teduh (kadar air sekitar 30%). Langkah selanjutnya adalah melakukan sortir dengan cara memilih kopi gabah yang bernas serta memiliki garis tengah lurus.

Benih (biji) yang digunakan harus memenuhi standar yang telah ditentukan. Adapun standar mutu benih (biji) kopi Arabika terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Standar mutu benih kopi Arabika dalam bentuk biji

No	Kriteria	Standar
1	Varietas	Bina
2	Asal biji	Kebun induk yang telah ditetapkan oleh instansi berwenang
3	Mutu genetik - Kemurnian	100 %
4	Mutu fisiologis - Daya kecambah - Kadar air	Minimum 80% 30-40%
5	Mutu fisik - Kemurnian - Kesehatan	98% Bebas organisme pengganggu tanaman (OPT)
6	Perlakuan	Benih direndam dalam larutan fungisida 0,5– 1,0% selama 5-10 menit

Perbedaan varietas dan tingkat kematangan buah berpengaruh nyata terhadap kecepatan perkecambahan benih kopi Arabika. Varietas S 795 lebih cepat berkecambah dibandingkan varietas Sigarar Utang, Kartika 1, dan Kartika 2. Buah panen warna merah (≈ 249 HSA), kuningkemerahan (≈ 241 HSA), dan kuning (≈ 233 HSA) lebih cepat berkecambah dibandingkan buah warna hijau-kekuningan (≈ 225 HSA). Varietas Sigarar Utang memiliki bobot segar buah, bobot segar biji, dan bobot kering biji lebih tinggi serta kadar air biji yang rendah, diikuti oleh varietas S 795, Kartika 1, dan Kartika 2. Keberhasilan perkecambahan benih kopi tidak hanya ditentukan oleh komponen mutu fisik benih, tetapi dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan lainnya.

Pemberian mikoriza asal rizosfir tanaman kopi berpengaruh positif terhadap pertumbuhan benih kopi.

Kebutuhan benih kopi Arabika dalam bentuk biji bervariasi tergantung kepada jarak tanam yang digunakan dikalikan dengan faktor koreksi 1,5 (berasal dari daya kecambah benih, kecambah yang dapat ditanam di pembibitan, dan benih yang dapat ditanam di kebun). Contohnya jika kopi Arabika ditanam dengan jarak tanam 2,5 m x 2,0 m maka kebutuhan benih per ha adalah $2.000 \times 1,5 = 3.000$ benih.



Gambar 10. Benih kopi Arabika berlabel biru

Lokasi bedengan persemaian

Bedengan persemaian biji kopi lokasinya harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Mudah diawasi (di pinggir jalan), dekat areal pembenihan dan penanaman (kebun).
2. Lahan datar, berdrainase baik (tidak tergenang air) dan dekat sumber air.
3. Lahan/tanah untuk persemaian bebas dari nematoda parasit dan jamur akar kopi.

Pembuatan bedengan persemaian

Pembuatan bedengan persemaian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Bedengan dibuat pada arah utara-selatan dengan ukuran lebar 80-120 cm dan panjang disesuaikan menurut kebutuhan.

-
2. Tanah dalam bedengan diolah menggunakan cangkul, sisa akar dan rumput dibersihkan (dibuang).
 3. Bedengan ditinggikan sekitar 20 cm dengan menggunakan tanah subur dan gembur. Setelah itu pada bagian atasnya ditambah pasir halus setebal 5 cm.
 4. Agar tanah tidak longsor/turun pada bagian pinggir maka diberikan penahan dari bambu atau bata merah pada bedengan.
 5. Untuk mencegah nematoda parasit, bedengan difumigasi menggunakan Vapam dengan dosis 100 ml/10 l air untuk setiap m². Selanjutnya bedengan ditutup plastik selama 7 hari, kemudian plastik penutup dibuka dan bedengan dikeringanginkan minimal selama 7 hari.
 6. Agar benih terlindung sengatan sinar matahari langsung dan air hujan, pada bedengan diberikan atap/naungan berupa paranet, alang-alang, daun tebu, kelapa, dan lain-lain dengan intensitas cahaya matahari sekitar 25%. Tinggi atap sebelah barat 120 cm dan sebelah timur 180 cm. Selain dengan atap, pada bedengan juga dapat diberikan naungan alami berupa pohon lamtoro atau pohon lain yang dapat meneruskan cahaya diffus.

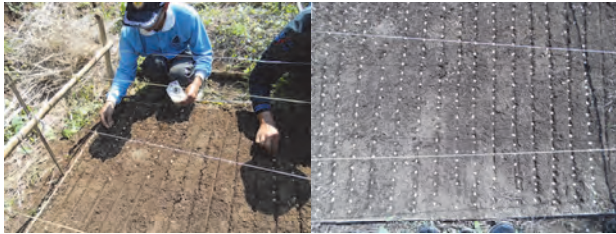
Penyemaian biji

Cara penyemaian biji kopi pada bedengan yang telah disiapkan dilakukan sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan penyemaian biji kopi, bedengan disiram air sampai jenuh (merata) menggunakan gembor.
2. Penyemaian dilakukan dengan cara membenamkan biji pada bedengan sedalam $\pm 0,5$ cm, permukaan biji yang rata harus menghadap ke bawah. Jarak tanam yang digunakan dalam penyemaian tersebut adalah 3 cm x 5 cm.
3. Setelah semua biji tertata/dibenamkan di atas bedengan, pada bagian atas biji tersebut diberikan potongan jerami atau alang-alang, agar terlindung curahan air siraman.

Pemeliharaan di persemaian

1. Penyiraman pada bedengan yang telah berisi biji kopi dilakukan setiap hari (kecuali turun hujan) menggunakan gembor dan diusahakan jangan sampai ada genangan air, rumput/gulma yang tumbuh dibersihkan.
2. Air yang digunakan untuk penyiraman sebaiknya air bersih, tidak tercemar pestisida atau bahan kimia lain.
3. Pada umur sekitar 30 hari, biji mulai berkecambah dengan keping biji terangkat berdiri di atas permukaan tanah, saat itu biji telah mencapai fase serdadu. Setelah berumur sekitar 3 bulan, sepasang daun membuka (fase kepelan), benih dapat segera dipindah ke bedengan pembenihan atau polybag.



Gambar 10. Penyemaian benih (biji)

Pembuatan bedengan pembedihan

Bedengan pembedihan merupakan tempat penanaman biji yang telah disemaikan (fase kepelan). Cara pembuatan bedengan tersebut hampir sama dengan bedengan penyemaian, yang berbeda adalah media tumbuh yang digunakan. Adapun syarat media pembedihan sebagai berikut:

1. Lokasi bedengan dekat dengan kebun (lokasi penanaman).
2. Media tumbuh yang digunakan pada bedengan berupa campuran tanah lapisan atas, pasir, dan pupuk kandang dengan perbandingan 3 : 2 : 1.
3. Apabila bedengan mempunyai tanah lapisan atas yang gembur, media tumbuh cukup berupa tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 3 : 1.
4. Media tumbuh dapat juga menggunakan tanah hutan lapisan atas (0-20 cm) tanpa campuran pasir dan pupuk kandang.
5. Pilih benih kopi pada fase kepelan yang tumbuhnya normal dan sehat, akarnya dipotong 5,0–7,5 cm dari pangkal. Benih ditanam

dalam bedengan dengan cara melubangi media tumbuh (ditugal) sedalam \pm 10 cm, tanah dipadatkan agar akar tidak menggantung (tanah berongga). Diusahakan agar akar tidak terlipat/bengkok. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm x 25 cm.

Penanaman dalam polybag

Selain dalam bedengan pembenihan, penanaman benih kopi pada fase kepelan, dapat dilakukan dalam polybag. Adapun cara penanamannya sebagai berikut:

1. Polybag yang digunakan berukuran lebar 15 cm, tinggi 25 cm, tebal 0,08 mm, dan diberi lubang sebanyak 15 buah. Ukuran polybag ini cukup untuk kopi Arabika tipe katai, sedangkan tipe/klon/varietas lain ukuran polybag perlu disesuaikan.
2. Polybag diisi dengan media tumbuh (jenisnya sama dengan bedengan pembenihan) dan disiram air hingga basah menggunakan gembor. Selanjutnya, diatur/ditata di bedengan dengan jarak antar polybag sekitar 7 cm sehingga jika lebar bedengan 120 cm dapat diisi dengan enam baris.
3. Sebelum benih kopi yang terpilih ditanam, akarnya dipotong 5,0–7,5 cm dari pangkal dan polybag yang berisi media tumbuh ditugal sedalam \pm 10 cm. Setelah benih ditanam dalam, tanah dipadatkan (menggunakan tangan) agar akar tidak menggantung (tanah berongga) dan diusahakan agar akar tidak terlipat/bengkok.



Gambar 11. Pemindahan benih dalam polybag

Pemeliharaan benih

Agar benih kopi tumbuh dengan baik maka perlu dilakukan pemeliharaan yang intensif. Kegiatan pemeliharaan yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Agar benih dapat beradaptasi dengan kondisi di lapang (kebun), secara bertahap intensitas cahaya matahari pada areal pembenihan dinaikkan dengan cara membuka naungan sedikit demi sedikit.
2. Penyiraman benih dilakukan sesuai dengan kondisi lingkungan (terutama curah hujan).
3. Media tumbuh digemburkan setiap dua bulan sekali, rumput/gulma yang tumbuh dibersihkan/dibuang.
4. Pupuk yang diberikan pada benih kopi dapat berupa padatan maupun larutan dan dosisnya disesuaikan dengan umur benih. Apabila berupa padatan, pada umur 1–3 bulan dosisnya adalah 1 g Urea/benih + 2 g SP36/benih + 2 g KCl/benih. Pada umur 3–8 bulan diberikan 2 g Urea/benih. Jika berupa larutan Urea

-
- diberikan dengan konsentrasi 0,2% sebanyak 50–100 ml/benih/2 minggu.
5. Hama yang sering menyerang benih kopi adalah ulat kilan, belalang, dan bekicot, sedangkan penyakit yang sering dijumpai adalah rebah batang (*Rhizoctonia solani*). Pengendalian hama dan penyakit dapat dilakukan secara manual maupun kimiawi.
 6. Benih kopi siap ditanam pada umur 10-12 bulan setelah penyemaian atau telah mempunyai 5 pasang daun dewasa.



Gambar 12. Pemeliharaan benih

b. Vegetatif (klonal)

Perbanyakan kopi secara vegetatif yang sudah dipraktikkan secara luas di Indonesia adalah penyetekkan (setek berakar) dan penyambungan (grafting). Perbanyakan secara vegetatif (penyetekkan dan penyambungan) mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan perbanyakan generatif (semaian biji), seperti yang terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Keunggulan komparatif antara bahan tanam semaian, sambungan, dan setek

No	Uraian	Macam bahan tanam		
		Semaian	Sambungan	Setek
1.	Teknik pelaksanaan	Mudah	Sedang	Sedang
2.	Waktu pembibitan	9-12 bulan	14-16 bulan	8-10 bulan
3.	Perakaran	Kokoh	Kokoh	Kokoh
4.	Tunas palsu	Tidak ada	Ada	Tidak ada
5.	Sifat pohon induk	Belum tentu sama	Sama	Sama
6.	Awal berbuah	Normal	Cepat	Lebih cepat
7.	Produktivitas	Lebih rendah	Tinggi	Tinggi
8.	Mutu hasil	Kurang seragam	Seragam	Seragam
9.	Kemurnian bahan tanaman	Kurang terjamin	Terjamin	Terjamin

Sumber: Anonim (1967); Srinivasan dan Nishveshwara (1980); Hartobudoyo dan Soedarsono (1983); Nur dan Zainuddin (1987); Hulupi (2008).

Kebun entres

Bahan tanaman kopi Robusta klonal harus berasal dari kebun entres resmi yang telah ditetapkan oleh Direktur Jenderal Perkebunan. Bahan tanaman tersebut dapat berupa setek maupun entres.

Kebun entres resmi merupakan sebidang kebun kopi Robusta yang khusus ditanami berbagai klon unggul secara kelompok dengan jarak tanam rapat (0,5 m x 0,5 m) sebagai penyedia bahan tanam berupa setek atau entres. Petani yang

mempunyai kebun kopi Robusta di atas 25 ha sebaiknya harus memiliki kebun entres untuk keperluan penyulaman atau rehabilitasi kebun. Penampilan kebun entres di lapang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Kebun entres kopi Robusta

Tabel 9. Daftar kebun sumber benih kopi Robusta yang telah ditetapkan

No	Kebun Sumber Benih	Luas (ha)	Hibrida/Klon
1	Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember	5,0	Hibrida: BP 42 x BP 358
		2,0	Klon: BP 42, BP 234, BP 288, BP 308, BP 358, BP 409, BP 436, BP 534, BP 920, BP 936, BP 939, SA 203, SA 237
2	Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi	1,0	Klon: BP 42, BP 234, BP 288, BP 308, BP 358, BP 409, BP 436, BP 534, BP 920, BP 936, BP 939, SA 203, SA 237

Pemeliharaan kebun entres

Agar tidak terjadi tunas/entres palsu di kebun entres maka setiap pohon harus dipotong setinggi 30 cm, tunas otrotop (vertikal) yang tumbuh dipelihara 2 tunas kemudian dipotong lagi setinggi 50 cm, jika sudah tumbuh 4 tunas dipotong lagi setinggi 70 cm dan jika tunasnya sudah 8 dipotong lagi setinggi 90 cm. Batang yang tumbuh di bawah ketinggian 90 cm adalah tempat tumbuhnya entres sehingga setiap 5-6 bulan diperoleh 6-14 batang entres per pohon dan dari setiap entres dihasilkan 4-5 ruas. Potensi produksi entres untuk setiap pohon adalah 20-40 ruas untuk setiap kali panen. Selain itu untuk menjaga mutu entres tetap baik maka harus dilakukan peremajaan batang entres setiap enam bulan sekali.

Potensi produksi entres dapat ditingkatkan melalui pembentukan batang ganda, 3-4 batang. Salah satu metode yang

dapat membentuk batang ganda dalam waktu relatif singkat adalah metode Agobiada. Metode ini dilakukan dengan cara merundukkan batang pokok setelah tanaman berumur 3–5 bulan, sampai membentuk sudut sekitar 45° dan ujung batangnya diikat dengan tali ke tanah, supaya batang tidak kembali tegak. Dengan cara dirundukan, dalam waktu yang relatif cepat akan memacu tumbuhnya tunas ototrop (wiwilan) dalam jumlah yang banyak. Tunas yang tumbuh kemudian diseleksi dan dipilih 3–4 tunas, yaitu pertumbuhannya paling sehat dan kuat serta letaknya menyebar dan dekat dengan pangkal batang.

Metode lain untuk membentuk batang ganda adalah dengan cara memotong batang tanaman pada ketinggian sekitar 50 cm. Dengan metode ini, pada tahap awal hanya dipelihara dua tunas, dan pada tahap berikutnya pohon entres dipelihara berbatang ganda 4.

Pemilihan entres

Entres yang akan dijadikan bahan tanaman harus sudah berumur 5–6 bulan (telah memiliki 4–5 ruas), pertumbuhannya bagus, dan bebas dari serangan hama serta penyakit. Entres yang terlalu tua batangnya akan mengeras. Jika entres tersebut digunakan untuk bahan setek atau sambungan maka tingkat keberhasilannya akan rendah. Tidak semua ruas entres dapat dijadikan bahan setek atau sambungan, yang paling baik adalah ruas ke 2–4 dari pucuk. Ruas pertama dan kelima atau lebih sebaiknya jangan digunakan untuk bahan setek atau sambungan karena ruas pertama masih

terlalu muda, sedangkan ruas yang kelima atau lebih biasanya sudah mengeras sehingga jika digunakan untuk bahan setek dan sambungan maka hasilnya akan buruk.

Pemotongan entres

Pemotongan entres hendaknya dilaksanakan pada pagi atau sore hari dengan menggunakan gunting setek. Pemotongan sebaiknya dilakukan di atas ruas pertama dari pangkal entres sehingga terlihat cakram (bengkokan) tempat tumbuhnya wiwilan yang hampir rata (Gambar 14). Perlakuan ini bertujuan agar pertumbuhan wiwilan yang berikutnya seragam. Bahan entres yang telah dipotong, daunnya dikupir (dipotong) sebagian (Gambar 15).



Gambar 14. Pemotongan entres dengan gunting setek



Gambar 15. Pemotongan daun entres

Pengemasan dan pengiriman entres

Pengemasan entres untuk pengiriman jarak jauh harus dilakukan dengan baik dan benar, yaitu dengan mengusahakan agar suhu kemasan tetap rendah, sedangkan kelembapannya tetap tinggi (lebih dari 90%). Hal ini karena entres merupakan bahan tanaman yang banyak mengandung air sehingga tidak tahan lama bila disimpan.

Salah satu cara pengemasan entres yang mudah, murah dan efektif adalah dengan menggunakan kulit batang pisang. Adapun cara pengemasannya sebagai berikut: (1) entres dipotong dari pohon sesuai petunjuk, daunnya dikupir sebagian dan bagian bawah batangnya diruncingkan, (2) bagian bawah batang entres ditancapkan pada kulit batang pisang, (3) untuk mempertahankan kesegaran setiap 15–20 batang entres dibungkus dibungkus kulit batang pisang lalu diikat dengan tali rafia (Gambar 16), dan (4) setiap kemasan kemudian diberi label tentang jenis klon dan jumlah

entres. Pengemasan entres dengan kulit batang pisang dapat mempertahankan mutu entres tetap baik selama 3–4 hari.



Gambar 16. Pengemasan entres kopi Robusta dengan kulit batang pisang

Distribusi entres kopi Robusta selama 10 hari menurunkan kadar air dan daya tumbuh setek dibandingkan dengan distribusi 7 hari. Tiga jenis kemasan entres, yaitu (1) plastik + superabsorbent polyacrylamide polymer, (2) plastik + koran + superabsorbent polyacrylamide polymer, dan (3) plastik + serbuk gergaji + superabsorbent polyacrylamide polymer mampu mempertahankan daya tumbuh setek sebesar 55,63%-64,01%. Jenis kemasan yang direkomendasikan untuk distribusi benih kopi Robusta adalah plastik + superabsorbent polyacrylamide polymer karena paling ekonomis dan bobot kemasannya paling ringan.

Penyetekan

Tingkat keberhasilan penyetekan kopi Robusta pada saat ini sudah mencapai lebih dari 90%. Tanaman kopi yang dihasilkan

dari perbanyakkan cara setek biasanya memiliki 2–3 akar tunggang semu, akar tersebut perannya sama seperti akar tunggang pada tanaman kopi asal biji dan akar serabutnya relatif lebih banyak, selain itu tanaman kopi asal setek lebih toleran terhadap cekaman air. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan kematian tanaman kopi asal setek pada musim kemarau panjang tahun 1982, hanya 2,9%–7,2%, sedangkan pada tanaman kopi asal semaian mencapai 4,4%–15,6%. Cara setek persiapannya relatif lebih singkat, tidak tergantung musim dan tidak ada masalah dalam inkompatibilitas.

Perbanyakkan tanaman kopi dengan cara setek sudah banyak dilakukan di negara-negara penghasil kopi Robusta. Teknik tersebut di Indonesia telah banyak diterapkan di perkebunan besar dan secara terbatas di perkebunan rakyat.

Tingkat keberhasilan penyeteakan di antaranya dipengaruhi oleh nomor ruas pada entres dan jenis klon. Nomor ruas yang paling baik digunakan untuk bahan setek adalah nomor 2, 3, dan 4 dari pucuk. Pada ruas nomor 1 dan 5 biasanya tunas tumbuh lebih dahulu, sedangkan akar adakalanya tidak tumbuh. Setek asal klon BP 308 lebih mudah berakar dibandingkan asal klon BP 42, BP 409, Liberika, dan Excelsa.

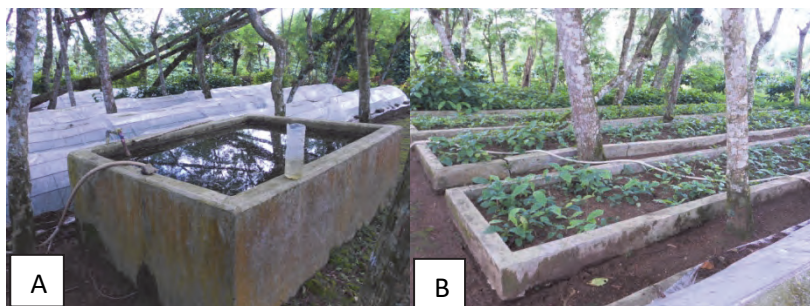
Kegiatan penyeteakan kopi Robusta dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- (a) Persiapan bedengan setek.
- (b) Persiapan bahan tanam (entres).
- (c) Pelaksanaan dan pemeliharaan.

(a) Persiapan bedengan setek

Bedengan setek harus dibuat sebelum penyetekan dilaksanakan. Lokasi untuk bedengan setek, dipilih yang lahannya datar dan drainasinya baik, dekat dengan sumber air dan jalan, terdapat pohon penauangan tetap (lamtoro, gamal, dan lain-lain) dan lokasinya bukan merupakan daerah endemik hama dan penyakit, terutama yang disebabkan oleh nematoda parasit dan jamur.

Ukuran bedengan setek adalah lebar 1,25 m dengan panjang 5 m atau lebar 1,25 m dan panjang 10 m. Media untuk bedengan setek terdiri dari campuran tanah, pasir, dan kompos setebal 20–25 cm dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Komposisi tersebut agar dapat menahan lengas cukup lama tetapi aerasi dan drainasinya baik. Apabila media tanam terlalu basah dan tata udara kurang baik maka setek akan menjadi kekuningan, kemudian busuk dan mati. Penampilan bak air sebagai sumber air dan bedengan setek kopi dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Sarana pembuatan setek berakar: (A) sumber air (bak air) dan (B) bedengan setek kopi

Selain itu perlu disiapkan sungkup berangka bambu atau besi, dan bahan plastik transparan sebagai penutup sungkup, dengan tinggi kurang lebih 60 m dari permukaan bedengan. Sebagai penangung bedengan setek dapat ditanam pohon lamtoro atau jenis lainnya dengan jarak tanam 1,5 m x 2,5 m (Gambar 18).



Gambar 18. Bedengan penyetekan

(b) Persiapan bahan tanam (entres)

Bahan tanaman untuk setek harus berasal dari kebun entres (*ceding*) resmi, yang tanamannya merupakan klon unggul anjuran. Setek harus diambil dari tunas ortotrop (vertikal/wiilan) yang sudah berumur 5–6 bulan. Bahan setek berupa entres satu ruas dengan panjang 6–8 cm, berasal dari ruas nomor 2–4 dari pucuk (batang masih hijau dan lentur, tidak terlalu muda atau tua), mempunyai sepasang daun yang telah dipotong sebagian (kurang lebih 4–5 cm) dan pangkal setek dipotong miring satu arah (Gambar 19). Untuk klon yang sulit berakar, perlu dibantu dengan zat

pengatur tumbuh (misal urin sapi atau Rootone F). Hasil penelitian menunjukkan Rootone F juga terdapat dalam urin sapi yang fungsinya sama, yakni merangsang pertumbuhan akar pada stek kopi sebagai bahan tanam. Cara penggunaannya, urin sapi disaring dengan kain tipis atau kain kasa, kemudian diencerkan dengan menggunakan air bersih sampai konsentrasi 5% atau 10% (10 ml urin ditambah 200 ml air atau 10 ml urin ditambah 100 ml air). Stek kopi kemudian dicelupkan ke dalam larutan urin sapi selama 5–10 detik sebelum ditanam ke bedengan.



Gambar 19. Stek satu ruas dengan sepasang daun yang dikupir

Jumlah stek berakar untuk kegiatan penanaman kopi Robusta bervariasi sesuai dengan jarak tanam yang digunakan. Rincian kebutuhan stek berakar pada berbagai jarak tanam untuk 1 ha lahan ditambah 20% disajikan pada Tabel 10.

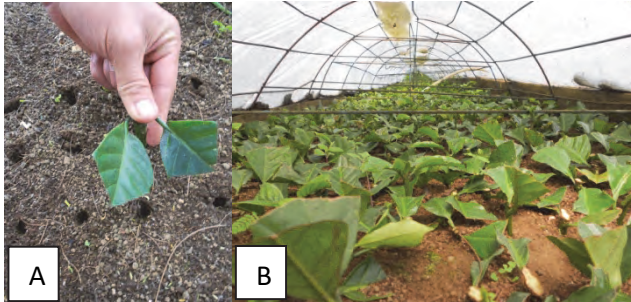
Tabel 10. Kebutuhan setek berakar per hektar pada berbagai jarak tanam yang digunakan

Kemiringan tanah	Jarak tanam (m)	Populasi	Kebutuhan setek berakar
Landai (0-15%)	2,5 x 2,5	1.600	1.920
	2,75 x 2,75	1.322	1.587
Tanpa teras/teras Individu	2 x 3,5	1.428	1.714
	2,5 x 3	1.333	1.600
	2 x 2 x 4	1.660	1.990
	2,5 x 2,5 x 3,5	1.333	1.600
Miring (>15%) Teras bangku	2 x 2,5	2.000	2.400

(c) Pelaksanaan dan pemeliharaan

Pelaksanaan

Bahan setek yang telah disiapkan harus segera ditanam pada bedengan penyetakan. Sebelum setek ditanam dibuat lubang tanam menggunakan ranting seukuran setek dengan jarak tanam 5-10 cm. Penanaman setek dilakukan dengan cara menekan bagian atas ruas setek dengan ibu jari sampai daunnya menyentuh media tanam (dalam 7 cm) dengan kemiringan 10-20 derajat (Gambar 20 A), kemudian ditutup dengan sungkup plastik (Gambar B), agar kelembapannya tinggi (90%) dan sejuk (suhu udara 20°C, dengan fluktuasi 5°C). Sungkup jangan sering dibuka agar kelembapan dan suhu udara di dalam sungkup tetap stabil.



Gambar 20. (A) penanaman dan (B) penyungkupan setek kopi

Setiap 1-2 hari sekali dilakukan penyiraman (tergantung keadaan) menggunakan gembor atau knapsack sprayer, dengan cara membuka salah satu sisi sungkup, dan setelah penyiraman sungkup tersebut ditutup kembali. Penyiraman dilakukan agar kelembapan tetap terjaga dan tidak ada kantung udara antara batang setek dengan media tanam.

Hardening (penguatan) benih setek mulai dilakukan pada umur 2-3 bulan, ketika akar setek mulai terbentuk cukup banyak. Kegiatan ini dilakukan secara bertahap setiap hari dengan cara membuka sungkup sebagian. *Hardening* bertujuan agar secara bertahap benih asal setek dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan di luar sungkup. Untuk memacu pertumbuhan akar, intensitas penyinaran matahari secara bertahap ditambah dengan cara mengurangi penutup sampai intensitasnya mencapai sekitar 75%.

Pemindahan benih asal setek ke polybag dilakukan setelah benih berumur 5-6 bulan. Sebelum benih asal setek dipindahkan ke

polybag, terlebih dahulu disiapkan areal untuk pembibitan. Lokasi untuk areal pembibitan lahannya harus datar, drainase baik, dekat dengan sumber air dan jalan serta tidak mengandung nematoda parasit dan jamur akar (*Rhizoctonia* sp.).

Naungan di areal pembibitan dibuat dengan ukuran tinggi pada arah sebelah timur sekitar 180 cm dan sebelah barat 120 cm. Bahan untuk atap naungan dapat menggunakan paranet, anyaman bambu, ilalang, rumbia, atau bahan lain. Pada awal pertumbuhan tingkat naungan harus 75%, dan secara bertahap dikurangi, tetapi jangan sampai terbuka penuh.

Polybag untuk benih asal setek sebaiknya terbuat dari bahan plastik berwarna hitam dengan tebal 0,08 mm dan ukurannya 20 cm x 30 cm. Di sekeliling polybag diberi lubang dengan diameter 0,3 cm sebanyak kurang lebih 30 lubang. Media tanam dalam terdiri dari campuran tanah lapisan atas (*top soil*), pupuk kandang/kompos, dan pasir sungai dengan perbandingan 3 : 2 : 1.

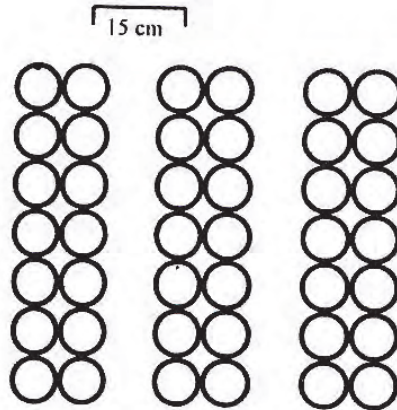
Sebelum dilakukan penanaman ke polybag, akar setek yang terlalu panjang dipotong dan disisakan sepanjang 5,0–7,5 cm. Tujuannya agar mengurangi risiko akar bengkok dan mudah dalam pelaksanaan penanaman. Penanaman setek berakar dilakukan dengan cara memasukkan akar dan batang ke dalam media tanam di polybag, sampai daun terbawah hampir menyentuh media tanam, kemudian dipadatkan dengan jari tangan agar setek tidak tumbuh miring. Pertumbuhan pada setek yang miring sering tidak normal (bengkok). Setelah setek di tanam, kemudian dilakukan penyiraman

agar media tanah mampat dan tidak ada rongga antara akar setek dengan media tanam. Proses pemindahan setek berakar ke polybag dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Pemindahan setek berakar ke polybag

Pengaturan polybag dilakukan dengan cara dua-dua (dalam barisan ganda), berderet dengan lebar 1,0–1,20 m dan panjang sesuai kebutuhan. Antar barisan polybag diberi jarak 15 cm untuk memberikan ruang tumbuh yang cukup pada benih sehingga pertumbuhannya normal (tidak mengalami etiolasi) (Gambar 22).



Gambar 22. Cara pengaturan polybag

Pemeliharaan

Pemeliharaan setek dalam polybag terdiri dari: (1) penyiraman, (2) pemupukan, (3) pemotongan tunas, dan (4) pengendalian hama dan penyakit.

Penyiraman dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Pemupukan dilakukan dua bulan sekali sesuai dengan dosis yang terdapat pada Tabel II. Tunas yang tumbuh pada benih setek, biasanya berjumlah dua atau lebih. Agar pertumbuhannya baik, tunas tersebut cukup dipelihara satu saja, yaitu dipilih yang pertumbuhannya paling baik (sehat dan kekar), sedangkan tunas yang lain dipotong dengan menggunakan gunting setek. Pengendalian hama dan penyakit pada benih setek harus dilakukan secepat mungkin sesuai dengan anjuran.

Tabel II. Dosis dan jenis pupuk untuk setiap umur benih kopi

Umur benih	Dosis pupuk setiap polybag (g/bulan)			
	Pulau Jawa	Luar Pulau Jawa		
	Urea	Urea	SP 36	KCl
1-2 bulan	0,5	0,5	2,0	2,0
3-4 bulan	1,0	1,0	-	-
≥ 5 bulan	2,0	2,0	-	-

Keterangan: Apabila tersedia pupuk urea tablet maka pemupukan cukup 1 tablet/pohon tiap tiga bulan sekali. Pemberian urea tablet dilakukan pada saat benih telah berumur dua bulan di polybag.

Benih asal setek sudah dapat ditanam di lapang setelah memiliki 5 pasang daun dewasa atau sudah berumur 8-10 bulan.

Penyambungan

Teknik penyambungan pada bahan tanaman kopi pertama kali diperkenalkan oleh G. Van Riemsdijk tahun 1888 di perkebunan Klein Getas di Jawa (Cramer, 1957). Teknik perbanyakan tersebut di India mulai diuji coba pada tahun 1890, sedangkan di Afrika Timur baru dikembangkan tahun 1930-an.

Tujuan dari kegiatan penyambungan benih tanaman kopi adalah untuk menggabungkan dua sifat unggul dari batang bawah dan batang atas. Seperti batang bawah yang tahan terhadap nematoda parasit, dan batang atas yang berproduksi tinggi maupun mutu biji baik. Perbanyakan bahan tanaman dengan cara sambungan dapat menanggulangi serangan nematoda parasit. Penggunaan kopi Excelsa dan klon BP 308 yang tahan terhadap nematoda parasit sebagai batang bawah merupakan cara pengendalian terhadap

nematoda parasit yang mudah, murah, dan ramah lingkungan. Selain itu, cara sambungan dapat digunakan untuk pengembangan kopi di lahan marginal. Sambungan dengan menggunakan batang bawah kopi kongesta (*Coffea congesta*) sangat baik digunakan di daerah yang drainasenya buruk (sering tergenang air).

Keuntungan dan keunggulan teknik penyambungan di antaranya:

1. Mempertahankan sifat unggul pohon induk.
2. Memanfaatkan sifat unggul batang bawah seperti tahan terhadap nematoda parasit dan cekaman kekeringan.
3. Memperbaiki tajuk tanaman, yaitu mengisi cabang yang kosong melalui penggunaan entres cabang lateral (sambungan tak-ent).
4. Memperbaiki kualitas tanaman dengan cara mengganti bahan tanaman asalan dengan klon unggul yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat.
5. Mempercepat program konversi tanaman kopi Robusta ke kopi Arabika.

Berdasarkan hasil penelitian pada metode sambungan celah (*wedge-cleft grafting*) merupakan metode terbaik dibandingkan dengan metode tempelan atau sisipan karena lebih mudah dalam pelaksanaannya dan hasil sambungannya lebih kuat. Metode sambungan telah digunakan secara luas sebagai metode baku untuk penyambungan kopi di Indonesia maupun di negara lain.

(a) Bahan tanaman

Bahan tanaman yang diperlukan untuk penyambungan kopi adalah batang bawah (*rootstock*) dan batang atas (*entres, scion*).

Batang bawah

Sumber batang bawah dapat berupa tanaman kopi muda yang berumur 8–10 bulan (batangnya sebesar pensil) di pembibitan maupun tanaman kopi dewasa di lapangan. Untuk penyambungan di pembibitan, batang bawah dapat ditanam di bedengan atau dalam polybag dengan jarak 20 cm x 25 cm. Batang bawah merupakan klon anjuran (BP 308) yang memiliki sistem perakaran baik dan kuat serta tahan terhadap nematoda parasit dan cekaman kekeringan.

Entres

Jenis entres untuk penyambungan ada 2 macam, yaitu entres pucuk dan cabang. Asal entres pucuk dari tunas air atau wiwilan yang pertumbuhannya tegak (*ortotropik*), sedangkan entres cabang berasal dari cabang lateral yang tumbuh mendatar (*plagiotropik*). Entres harus diambil dari kebun entres klon unggul yang sudah pasti kemurniannya. Jika diambil dari kebun produksi, mutunya kurang baik karena ruasnya panjang dan lunak.

(b) Pelaksanaan

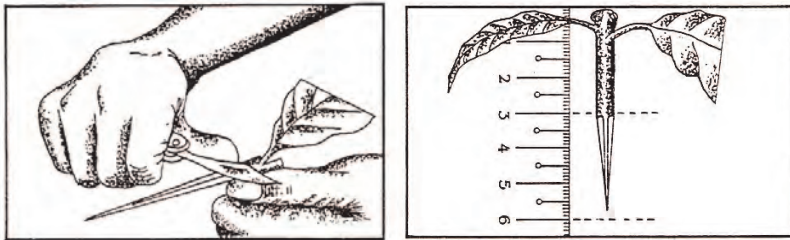
Penyambungan di pembibitan

Langkah pertama dalam pelaksanaan penyambungan adalah pemotongan batang bawah dengan gunting setek, pada ketinggian 150 cm dari permukaan tanah, yaitu pada bagian ruas yang sudah keras tetapi masih hijau (ruas ke 3-5). Selanjutnya dengan menggunakan pisau sambung pada bagian tengah batang bawah dibuat celah sepanjang kurang lebih sedalam 3 cm (Gambar 23).

Entres dipotong per ruas dengan panjang kurang lebih 7 cm (1 cm di atas ruas dan 6 cm di bawah ruas), dan daunnya dihilangkan. Agar entres dapat masuk ke celah batang bawah, pangkal entres diruncingkan dengan cara menyayat kedua bagian sisi entres kurang lebih sepanjang 3 cm sehingga menyerupai taji atau huruf V (Gambar 24). Kemudian bidang sayatan diratakan dan dihaluskan, agar entres dapat bertaut sempurna (tidak terdapat rongga udara) dengan batang bawah. Ukuran entres dan batang bawah harus seimbang.



Gambar 23. Pembuatan celah pada batang bawah



Gambar 24. Cara meruncingkan entres

Entres ditempatkan sedemikian rupa dalam celah batang bawah sehingga tidak menggantung dan kedua lapisan kambium tepat bertemu/menempel, atau sekurang-kurangnya pada satu sisi sambungan. Kegiatan tersebut harus dilakukan secara cepat agar lapisan kambium tidak mengering.

Sambungan kemudian diikat dengan plastik parafilm (Gambar 25), agar tidak goyah dan tidak mudah berubah, dan diberi sungkup plastik transparan berukuran 2 cm x 15 cm (Gambar 26). Sungkup plastik sebaiknya dipilih yang agak tebal agar tidak mudah luruh dan menempel lekat pada entres. Sungkup plastik yang menempel lekat pada entres akan menghambat pertumbuhan tunas dari sambungan. Pemberian sungkup plastik pada sambungan kopi bertujuan agar suhu dan kelembapan udara tetap optimum untuk pertumbuhan kalus dan mengurangi terjadinya pembusukan pada sambungan karena pengaruh air hujan.



Gambar 25. Pengikatan sambungan



Gambar 26. Penyungkupan sambungan

Hasil penyambungan sudah dapat dilihat setelah 2–3 minggu. Penyambungan yang gagal ditandai dengan warna entres kekuningan atau menghitam dan kering, sedangkan pada penyambungan yang berhasil akan keluar tunas berwarna hijau.

Sungkup plastik pada sambungan yang berhasil baru dapat dibuka ketika tanaman kopi sambungan berumur 4–6 minggu dan panjang tunas mencapai \pm 1 cm. Ketika tunas sambungan sudah tumbuh cukup besar dan pertautan sudah kokoh (umur 2–3 bulan), tali ikatan harus segera dilepas agar tidak menghambat pertumbuhan batang sambungan, jika tidak dilepas sambungan akan tercekik dan patah sehingga dapat mengakibatkan sambungan mati. Tunas yang tumbuh dari batang atas dipelihara satu yang paling sehat dan kekar. Pemilihan dilakukan setelah tunas tumbuh cukup besar.

Kombinasi grafting kopi Robusta klon BP 430 dan BP 239 dengan kopi Robusta lokal Sukabumi menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan jumlah cabang yang terbaik pada umur 5 BSG. Tingkat keberhasilan grafting tertinggi umur 5 BSG terdapat pada kombinasi klon BP 430 dengan kopi Robusta lokal Sukabumi. Terdapat hubungan yang positif antar komponen pertumbuhan, dan antara komponen pertumbuhan dengan tingkat keberhasilan grafting

Penyambungan di lapangan

Penyambungan di lapang ada dua jenis yaitu penyambungan top ent dan tak ent

Penyambunag Top Ent

Batang bawah untuk penyambungan top ent di lapang berupa wiwilan (cabang ortotrop) yang pertumbuhannya kuat dan sehat, ukuran batangnya sudah sebesar pensil (umur 2-3 bulan), serta letaknya menyebar, yaitu 2-3 wiwilan per pohon. Wiwilan yang tumbuh sehat dan kuat diperoleh dengan cara memangkas percabangan kopi yang terlalu rimbun sehingga sinar matahari dapat masuk mencapai wiwilan. Entres yang digunakan untuk penyambungan di lapangan sama seperti yang digunakan pada penyambungan di pembibitan.

Penyambungan sebaiknya dilakukan pada awal musim hujan, ketika tanaman sedang dalam pertumbuhan aktif dan waktu

yang tepat adalah di pagi hari atau jika terpaksa pada sore hari. Teknik penyambungan pada kopi dewasa di lapang sama seperti di pembibitan. Teknik penyambungan di lapang terdapat pada Gambar 27.



Gambar 27. Penyambungan kopi dewasa di lapang

Agar pertumbuhan sambungan lebih kuat dan sehat, batang bawah di siwing (separuh tajuk dipangkas) supaya sambungan mendapatkan cahaya matahari yang banyak. Tunas-tunas yang tumbuh pada batang bawah harus dibuang.

Penyambungan tak ent

Penyambungan tak ent atau dikenal juga dengan penyambungan rehabilitasi dilakukan dengan menggunkan batang atas (entres) yang berasal dari cabang produksi atau Plagiotrop. Adapun cabang plagiotrop yang dapat digunakan harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Berasal dari cabang produksi primer dengan ciri daun pertama kecil ruas pendek,
2. Berasal dari cabang pecut (cabang belum pernah berbuah),
3. Entrres diambil pada bulan vegetatif (September s.d Januari),
4. Entres berasal dari klon unggul seperti Sehasence, Sintarol, Sintaro 2, Sintaro 4, Korolla 1, Korolla 2, Korolla 3, Korolla 4 dan lain-lain.

Batang bawah yang digunakan merupakan wiwilan (umur 3-4 bulan) yang tumbuh pada bagian atas batang tanaman kopi yang akan direhabilitasi

Pelaksanaan Penyambungan tak ent

1. Entres yang terlilih dipotong per ruas (ruas ke 2-4) sepanjang kurang lebih 7 cm (1 cm di atas ruas dan 6 di bawah ruas), dan daunnya dihilangkan.
2. Pangkal entres kemudian diruncingkan dengan cara menyayat pada kedua bagian sisi entres kurang lebih sepanjang 3 cm, sehingga menyerupai taji atau huruf V.

-
3. Kemudian bidang sayatan diratakan dan dihaluskan, agar entres dapat bertaut sempurna (tidak terdapat rongga udara) dengan batang bawah.
 4. Ukuran entres dan batang bawah harus seimbang.
 5. Batang bawah dipotong hingga tingginya 15 cm, yaitu pada bagian ruas yang sudah keras tetapi masih hijau (ruas ke 4 – 5).
 6. Kemudian pada bagian tengah batang dibuat celah sepanjang kurang lebih 3 cm menggunakan pisau okulasi
 7. Entres ditempatkan dalam celah batang bawah dan diusahakan agar lapisan kambium entres dan batang bawah tepat bertemu/menempel. Kegiatan tersebut harus dilakukan secara cepat agar lapisan kambium tidak mengering.
 8. Sambungan entres dan batang bawah kemudian diikat dengan plastik, agar tidak goyah dan mudah berubah, serta diberi sungkup plastik transparan berukuran 2 cm x 15 cm.
 9. Setelah 2-3 minggu dilakukan pemeriksaan keberhasilan sambungan. Jika entres berwarna kekuningan atau menghitam dan kering, maka penyambungan gagal, sedangkan pada penyambungan yang berhasil akan keluar tunas berwarna hijau.
 10. Sungkup plastik pada sambungan yang berhasil baru dapat dibuka ketika tanaman kopi sambungan berumur 4 - 6 minggu dan panjang tunas mencapai \pm 1 cm.

-
11. Ketika tunas sambungan sudah tumbuh cukup besar dan pertautan sudah kokoh (umur 2-3 bulan) tali ikatan harus segera dilepas agar tidak menghambat pertumbuhan batang sambungan.
 12. Umur sekitar 1,5 tahun setelah penyambungan tanaman kopi Robusta akan berbuah.



Gambar 28. Pengambilan entres asal cabang plagiotrop



Gambar 29. Penyambungan tak ent yang berhasil

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Penyambungan

Penyambungan kopi Robusta akan berhasil dengan baik jika pertumbuhan kambium dan kalus dari entres dan batang bawah tidak terganggu sehingga dapat menghasilkan pertautan (*graft union*) yang sempurna antara entres dan batang bawah. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan pertautan antara entres dan batang bawah, sebagai berikut:

1. Entres dan batang bawah harus sesuai (kompatibel), yaitu memiliki kemampuan membentuk pertautan sempurna. Berdasarkan hasil penelitian kopi Liberika tidak sesuai sebagai batang bawah kopi Arabika dan kopi Excelsa, namun lebih sesuai untuk batang bawah kopi Robusta.
2. Tanaman kopi yang disambung harus dalam kondisi pertumbuhan aktif dan sehat. Tanaman yang terserang hama penyakit, sudah tua, atau lemah karena habis berbuah lebat tidak baik untuk disambung.

-
3. Daun pada batang bawah sebaiknya jangan dihilangkan karena berfungsi sebagai penyedia energi dari hasil fotosintesis.
 4. Pembentukan kalus mencapai optimum pada suhu sekitar 24–27°C pada kelembapan udara relatif tinggi sehingga perlu dijaga agar suhu dan kelembapan udara tetap stabil.
 5. Kecepatan dan keterampilan dalam menyambung merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan penyambungan kopi.
 6. Karakter daya hasil (produksi buah per pohon dan produksi biji beras per pohon) kopi Robusta yang diperbanyak melalui sambung tunas plagiotrop memiliki hubungan yang positif secara kuat dengan lima karakter lainnya, yaitu jumlah cabang sekunder, bobot 100 buah, panjang biji gabah, panjang biji beras, dan bobot 100 biji beras. Oleh sebab itu, kelima karakter tersebut dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi positif untuk produktivitas tinggi kopi Robusta yang dikembangkan melalui sambung tunas plagiotrop.

Non Konvensional

Kebutuhan bibit kopi dalam jumlah besar seringkali tidak dapat dipenuhi jika hanya mengandalkan pada perbanyakan tanaman secara generatif dan vegetatif. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan jumlah benih yang dihasilkan. Penyediaan benih kopi Robusta, Liberika, dan Excelsa secara generatif tidak mungkin dilakukan karena termasuk tanaman menyerbuk silang. Sementara

itu, pada tanaman kopi Arabika walaupun merupakan tanaman menyerbuk sendiri masih ada peluang terjadinya penyerbukan silang. Penggunaan stek untuk perbanyak vegetatif terbatas karena keterbatasan tunas autotrof yang digunakan sebagai sumber bahan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan adanya alternatif perbanyak tanaman sehingga kebutuhan bibit dapat terpenuhi.

Perbanyak tanaman kopi secara non konvensional telah dilaporkan dapat dilakukan melalui teknik kultur jaringan. Kultur jaringan adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan, dan organ serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman utuh kembali.

Perbanyak tanaman melalui kultur jaringan sangat berbeda dibandingkan dengan perbanyak secara konvensional karena dilakukan diruangan yang aseptik dalam kondisi terkontrol. Perbanyak melalui kultur jaringan memungkinkan perbanyak tanaman dalam skala besar dengan waktu yang relatif lebih cepat. Selain itu perbanyak tanaman dengan kultur jaringan mempunyai beberapa kelebihan jika dibandingkan perbanyak tanaman secara konvensional, antara lain: kontinuitas ketersediaan bibit yang dapat dijamin, bibit yang dihasilkan sama dengan induknya (*true to type*), bibit terstandarisasi, daya multiplikasi tinggi (dari tanaman kecil), tidak tergantung musim (dilakukan ditempat tertutup) dan bebas dari hama dan penyakit.

Kultur jaringan berkembang pesat setelah adanya pembuktian tentang teori totipotensi sel. Sifat totipotensi (*total genetic potential*) sel adalah sifat setiap sel tanaman hidup yang dilengkapi dengan informasi genetik dan perangkat fisiologis lengkap, jika ditempatkan pada kondisi yang sesuai dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh. Dengan perkataan lain totipotensi adalah kemampuan setiap sel tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang menjadi individu yang sempurna/tanaman lengkap.

Perbanyak tanaman kopi secara kultur jaringan dapat dilakukan melalui kultur pucuk (*shoo tip culture*), mata tunas (*single node culture*), induksi tunas adventif, dan embriogenesis somatik.

a. Kultur pucuk (*shoot tip culture*)

Pada kultur pucuk bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan adalah ujung tunas lateral atau terminal yang panjangnya kurang lebih 2 cm (20 mm). Pengaruh dominasi meristem apikal biasanya dapat dihilangkan dengan menambahkan zat pengatur tumbuh ke dalam medium kultur. Zat pengatur tumbuh yang sering ditambahkan adalah dari golongan sitokinin seperti *benzyl amino purine* (BAP), kinetin, *6-(y,y-dimethylallylamino) purine* (2-iP), dan *1-phenyl-3-(1,2,3-thiadiazol-5-yl)urea* (Thidiazuron).

Keberhasilan kultur pucuk dipengaruhi oleh ukuran eksplan yang digunakan. Pucuk yang berukuran lebih besar pertumbuhannya akan lebih cepat dibandingkan dengan yang

berukuran lebih kecil. Akan tetapi kelemahannya, eksplan yang berukuran lebih besar tingkat kontaminasi biasanya lebih besar karena untuk mendapatkan kultur yang aseptik menjadi lebih sulit. Di samping tingkat kontaminasi yang lebih besar, eksplan berukuran lebih besar juga memerlukan bahan tanaman lebih banyak.

Pucuk tanaman kopi akan mengeluarkan senyawa fenolik ketika dikulturkan sehingga dalam media kultur harus ditambahkan antioksidan. Antioksidan yang sering ditambahkan ke dalam jaringan kopi adalah *polivinyil polipyrrolidon* (PVPP). Kesulitan lain yang sering dialami untuk mengkulturkan pucuk pada tanaman berkayu seperti kopi adalah sulitnya mendapatkan eksplan steril.

Eksplan tanaman kopi yang diambil dari tunas juvenil akan lebih cepat tumbuh dibandingkan dari eksplan yang diambil dari tanaman telah dewasa. Untuk mengatasi hal ini biasanya pada tanaman dewasa yang akan digunakan sebagai sumber eksplan, tanaman dipangkas terlebih dahulu, supaya muncul tunas-tunas baru.

Perkembangan penelitian kultur pucuk pada tanaman kopi sangat lambat dan kurang efisien karena di samping adanya kendala senyawa fenolik, kultur pucuk daya multiplikasinya sangat rendah. Hal ini dikarenakan terjadinya dominasi apikal. Penambahan ZPT dari golongan sitokinin tidak banyak membantu untuk dapat memultiplikasi jumlah tunas.

b. Kultur mata tunas (*single node culture*)

Kultur mata tunas merupakan teknik dalam perbanyakan tanaman kopi dengan memakai mata tunas aksilar sebagai sumber eksplan. Teknik ini digunakan karena pengaruh apikal dominan pada kultur pucuk. Eksplan dapat berupa satu mata tunas aksilar atau beberapa tunas aksilar. Penggunaan eksplan satu mata tunas lebih efisien karena dapat menghemat bahan tanaman yang digunakan dan dapat menekan tingkat kontaminasi.

Media yang digunakan untuk kultur mata tunas aksilar hampir sama dengan yang digunakan dalam kultur pucuk. Untuk mempercepat penambahan tinggi tunas dan pemisahan antar tunas yang terbentuk dalam media kultur sering ditambahkan *gibberallic acid* (GA3). Tunas kopi yang telah membentuk 1 atau 2 pasang daun biasanya dipindahkan ke media perakaran. Penambahan *indole acetic acid* (IAA), *indole buturic acid* (IBA), dan *naphtalene acetic acid* (NAA) pada media perakaran kopi biasanya dapat mempercepat pengeluaran akar.

Daya multifikasi tunas menggunakan stek mata tunas aksilar kopi masih rendah, walaupun hasilnya jauh lebih baik dibandingkan dengan penggunaan tunas pucuk. Dari pengalaman penelitian selama ini, daya multifikasi tunas stek mata tunas kopi rata-rata hanya 2 sampai 6 tunas dari satu stek (Gambar 28). Walaupun pada beberapa kesempatan dapat dijumpai jumlah tunas yang mencapai 8. Tunas yang terbentuk dipotong dan diakarkan secara *in vitro* untuk mendapatkan tanaman mikro (planlet) kopi,

atau dipotong untuk untuk dijadikan sebagai sumber eksplan baru yang dikenal dengan stek mikro (*microcutting*).



Gambar 30. Perbanyak kopi melalui multifikasi tunas aksilar (Foto: Meynarti)

c. Kultur tunas adventif

Tunas adventif adalah tunas yang terbentuk dari setiap bagian tanaman selain ketiak daun dan ujung pucuk, contohnya dari jaringan organ batang, hipokotil, daun, dan akar. Perbanyak tunas adventif dapat terjadi secara langsung terbentuk dari jaringan eksplan atau tidak langsung melalui pembentukan kalus. Kalus adalah massa sel yang belum berdiferensiasi dan tumbuh dari proliferasi sel yang belum terorganisasi. Kalus yang terbentuk seringkali gagal membentuk tunas atau hanya mampu membentuk akar, akan tetapi bukan berarti tanaman tidak mampu untuk

diregenerasikan, hanya memerlukan media, zat pengatur tumbuh serta lingkungan yang memadai.

Penelitian perbanyakkan menggunakan tunas adventif pada kopi juga tidak berkembang baik karena dinilai kurang efisien. Sama dengan kultur pucuk dan stek mata tunas aksilar, tunas yang terbentuk juga harus dipindahkan ke media perakaran. Hal ini diperlukan karena tunas adventif yang terbentuk bersifat unipolar sehingga tidak mempunyai bakal akar. Akar yang terbentuk dengan teknik ini bukan akar tunggang melainkan akar serabut.

Perbanyakkan Kopi Menggunakan Embriogenesis Somatik

Embriogenesis somatik atau embriogenesis aseksual adalah proses ketika sel-sel somatik berkembang menjadi embrio melalui tahap-tahap morfologi tanpa melalui fusi gamet. Sel somatik adalah sel tanaman yang dalam keadaan normal tidak terlibat dalam perkembangan embrio, contohnya: jaringan daun, batang, petal, kelopak bunga, hipokotil, atau akar tanaman. Embrio somatik berkembang dari satu sel, yang kemudian membelah dan berkembang menjadi kumpulan sel meristematis. Kumpulan sel meristematis ini akan terus berkembang hingga menjadi embrio tanaman, yang disebut embrio somatik. Berdasarkan perkembangan ini maka embriogenesis somatik merupakan suatu sistem yang ideal untuk mempelajari mekanisme ekspresi totipotensi sel.

Berbagai bagian tanaman telah digunakan untuk menghasilkan embrio somatik. Pada tanaman kopi, daun merupakan

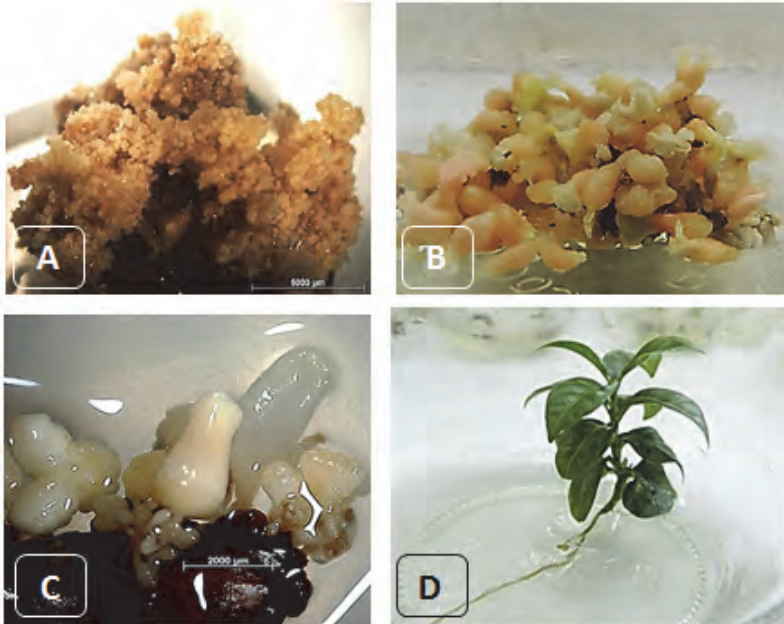
eksplan yang lebih responsif dibandingkan dengan kepala sari, tangkai daun, hipokotil, dan akar. Perbanyak tanaman kopi di negara maju telah menggunakan teknik embriogenesis somatik. Untuk produksi bibit melalui kultur jaringan, pembentukan benih somatik dari embrio somatik lebih diminati karena dapat menghasilkan bibit yang lebih banyak, seragam, sehat, dan lebih cepat daripada melalui teknik kultur *in vitro* lainnya.

Embriogenesis somatik mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan kultur pucuk, mata tunas aksilar, dan adventif. Kelebihannya antara lain: embrio somatik mempunyai struktur bipolar, yaitu mempunyai dua calon meristem (meristem akar dan meristem tunas). Dengan memiliki struktur tersebut maka perbanyak melalui embrio somatik lebih menguntungkan daripada pembentukan tunas adventif unipolar karena tahapan pengakaran tidak diperlukan. Selain strukturnya yang bipolar kelebihan lainnya adalah bibit dari biji apomiksis dapat sama dengan induknya, kalus embriogenik dapat diperbanyak dan dipercepat dalam media cair, serta bibit dapat dibuat setiap saat tanpa mengenal musim dan masa istirahat embrio.

Berdasarkan tahapan perkembangannya, embriogenesis somatik dapat dibagi menjadi beberapa tahapan: (1) tahap perkembangan (*development phase*), embrio somatik berkembang dari sekumpulan sel meristematis menjadi bentuk globular, hati, torpedo, dan kotiledon; (2) tahap konversi (*conversion phase*), setelah mencapai bentuk kotiledon, embrio somatik berkecambah; dan (3) tahap

maturasi (*maturation phase*), embrio somatik mengalami perubahan biokimia dan menjadi keras, pada tahap ini kultur telah menjadi planlet.

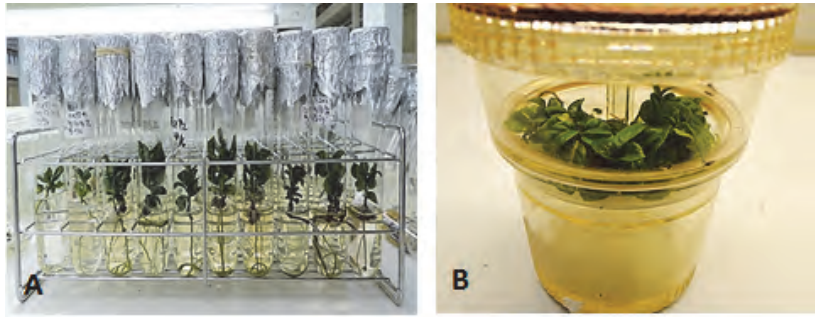
Penelitian embriogenesis somatik kopi dilaporkan ada yang melalui embriogenesis somatik langsung maupun tidak langsung. Embriogenesis somatik tidak langsung adalah proses embrio yang melalui tahapan pembentukan kalus terlebih dahulu, sedangkan embriogenesis somatik langsung tanpa didahului pembentukan kalus embriogenik. Tahapan utama perkembangan embriogenesis somatik kopi adalah induksi kalus embriogenik (pembentukan embrio tidak langsung) atau embrio somatik (pembentukan embrio langsung), pemeliharaan, pendewasaan, perkecambahan, dan aklimatisasi. Pada embriogenesis somatik tidak langsung fase perkembangan kalus, embrio, torpedo, kotiledonari, dan perkecambahan lebih serentak dibandingkan dengan embriogenesis somatik langsung. Pada Gambar 29 dapat dilihat perbedaan antara tahapan perkembangan embriogenesis somatik langsung dan tidak langsung.



Gambar 31. Keragaan proses embriogenesis somatik langsung dan tidak langsung kopi Arabika: (A) kalus embriogenik yang terbentuk pada embriogenesis somatik tidak langsung, (B) torpedo yang terbentuk pada embriogenesis somatik tidak langsung, (C) fase golobular, hati, dan torpedo yang terbentuk pada embriogenesis somatik langsung, (D) planlet yang terbentuk dari embriogenesis tidak langsung (Foto: Meynarti S.D. Ibrahim).

Keberhasilan menginduksi embriogenesis somatik kopi dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: sumber eksplan, jenis tanaman, genotipe tanaman, kondisi fisiologis sel, zat pengatur tumbuh, komposisi media tumbuh, dan lingkungan tumbuh. Pemilihan material jaringan eksplan yang tepat sangat

mempengaruhi kesuksesan kultur *in vitro*, terutama dalam menginduksi embrio somatik. Perbedaan umur, ukuran, organ yang digunakan dan cara mengkulturkan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan jaringan tanaman kopi.



Gambar 32. Keragaan planlet kopi Arabika dalam media pedewasaan
A. Pada media padat dengan menggunakan agar komersial. B. Pada *Temporary Immersion System* (RITA[®])
(Foto koleksi Meynarti S.D. Ibrahim).

Hasil penelitian menunjukkan walaupun tidak sama baiknya dengan sukrosa, gula pasir dapat digunakan untuk menggantikan sukrosa dalam embriogenesis somatik kopi. Pada media pendewasaan planlet, phytigel juga dapat digantikan oleh agar komersial (Gambar 30A). Dengan penghematan ini diharapkan harga benih kopi hasil embriogenesis somatik dapat lebih murah.

Perbanyakan menggunakan perendaman sesaat atau bioreaktor pada perbanyakan kopi melalui embriogenesis somatik juga telah dilakukan (Gambar 30B). Biorektor jenis *Temporary*

Immersion System (RITA[®]) diprogram untuk memompa media cair setiap 15 menit sekali dengan periode waktu 4 jam. Penggunaan biorektor ini dilakukan untuk mempercepat penyediaan benih unggul kopi. Melalui alat ini perbanyakan masal dapat dilakukan dengan waktu yang relatif lebih cepat dibandingkan penggunaan botol kultur.

PENANAMAN

Pembuatan Lubang Tanam

1. Ukuran lubang tanam adalah 60 cm x 60 cm x 40 cm, berbentuk trapesium.
2. Lokasi pembuatan lubang tanam pada ajir yang telah ditentukan sesuai dengan jarak tanam.
3. Lubang tanam sebaiknya dibuat 6 bulan sebelum penanaman.
4. Tanah galian lapisan atas dan bawah dipisahkan. Tanah galian lapisan atas ditempatkan di sebelah kiri dan tanah galian lapisan bawah di sebelah kanan.
5. Tiga bulan sebelum tanam, lubang tanam ditutup 2/3 bagian dengan tanah lapisan atas dicampur dengan bahan organik/pupuk kandang/kompos.
6. Ajir di pasang kembali di tengah lubang tanam tersebut.



Gambar 33. Pelaksanaan Penanaman

Pelaksanaan Penanaman

1. Benih ditanam setelah pohon penaung berfungsi baik dengan kriteria intensitas cahaya yang diteruskan 30-50% dari cahaya langsung.
2. Digunakan benih yang sudah siap salur, pertumbuhannya sehat (kekar).
3. Kriteria benih siap salur telah memiliki 6-8 pasang daun normal dengan sepasang cabang primer.

-
4. Penanaman dilakukan pada awal musim hujan, hindari penanaman pada waktu panas terik.
 5. Sebelum penanaman lubang tanam dipadatkan, kemudian tanah dicangkul sedalam ± 30 cm.
 6. Akar tunggang yang terlalu panjang dipotong, sedangkan untuk benih dalam polybag dilakukan dengan memotong bagian dasar polybag $\pm 2-3$ cm dari bawah.
 7. Benih ditanam sebatas leher akar, tanah dipadatkan kemudian polybag yang telah disobek dengan parang/arit ditarik keluar.
 8. Penutupan lubang tanam dibuat cembung agar tidak terjadi genangan air.
 9. Tanaman yang mati segera dilakukan penyulaman selama musim hujan.



Gambar 34. Cara pemotongan polybag dan cara menanam

PEMUPUKAN

Unsur Hara

Unsur hara memegang peranan yang sangat penting untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kopi. Jenis unsur hara yang berperan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kopi, yaitu Nitrogen (N), Posfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Besi (Fe), Seng (Zn), dan Boron (B). Kekurangan unsur hara akan berakibat buruk bagi tanaman. Gejala yang timbul secara visual dapat dilihat pada daun. Manfaat setiap unsur hara tanah terhadap karakter vegetatif dan generatif tanaman kopi serta gejala yang ditimbulkan akibat dari kekurangan unsur hara tersebut sebagai berikut:

1. Nitrogen (N), bermanfaat pada pembentukan klorofil dan penyerapan air. Kekurangan unsur ini berakibat daun luruh, menguning, dan menggulung (dimulai dari daun tua) serta pucuk mengalami kematian (Gambar 32).



Gambar 35. Gejala kekurangan N pada tanaman kopi
(Sumber: Keith Chapman)

-
2. Posfor (P), unsur ini berperan dalam proses fotosintesis, respirasi, penyimpanan energi, dan pembelahan sel. Akibat yang ditimbulkan dari kekurangan P, yaitu pertumbuhan terhambat dan daun memucat, dimulai dari daun muda (Gambar 33).



Gambar 36. Gejala kekurangan P pada tanaman kopi
Sumber: Keith Chapman

3. Kalium (K) adalah unsur hara yang berperan dalam proses fotosintesis dan sintesa protein. Gejala yang ditimbulkan akibat kekurangan unsur hara ini adalah warna daun memudar dan terjadi nekrosis (bercak cokelat) pada ujung daun (Gambar 34).



Gambar 37. Gejala kekurangan K pada tanaman kopi
Sumber: Keith Chapman

4. Kalsium (Ca), keberadaan unsur ini dapat merangsang pertumbuhan akar dan daun serta mempengaruhi penyerapan unsur hara lainnya. Kekurangan Ca berakibat daun menguning, dimulai dari bagian tengah sampai ke tepi daun (Gambar 35).



Gambar 38. Gejala kekurangan Ca pada tanaman kopi
(Sumber: Keith Chapman)

-
5. Magnesium (Mg), merupakan elemen pusat klorofil yang sangat berperan dalam proses fotosintesis. Gejala yang ditimbulkan akibat dari kekurangan unsur hara ini adalah terjadinya perubahan warna daun dari hijau menjadi cokelat/perunggu, dimulai dari bagian tengah sampai bagian tepi daun (Gambar 36).



Gambar 39. Gejala kekurangan Mg pada tanaman kopi
(Sumber: Keith Chapman)

6. Besi (Fe), berperan aktif sebagai katalis dalam pembentukan klorofil. Berkurangnya unsur Fe menyebabkan terjadinya

perubahan warna daun menjadi kuning keputihan dengan urat daun berwarna hijau, dimulai dari daun muda (Gambar 37).



Gambar 40. Gejala kekurangan Fe pada tanaman kopi (Sumber: Keith Chapman)

7. Seng (Zn), adalah unsur hara yang dibutuhkan dalam pembentukan klorofil dan produksi gula. Kekurangan unsur ini menyebabkan daun muda mengalami perubahan bentuk (mengecil) dan warnanya menguning (Gambar 38).



Gambar 41. Gejala kekurangan Zn pada tanaman kopi
(Sumber: Keith Chapman)

Manfaat Pemupukan

1. Memperbaiki kondisi dan daya tahan tanaman terhadap perubahan lingkungan yang ekstrim, seperti kekeringan dan pembuahan terlalu lebat (*over bearing*).
2. Meningkatkan produksi dan mutu hasil.
3. Mempertahankan stabilitas produksi yang tinggi.
4. Kombinasi pemberian mikoriza 400 spora dan pupuk 105 g NPKMg per pohon menunjukkan pengaruh paling baik terhadap pertumbuhan tanaman kopi, khususnya jumlah cabang dan diameter batang pada 15 bulan setelah tanam (BST).

Pemberian kombinasi mikoriza dan pupuk NPKMg belum memperlihatkan pengaruh secara nyata terhadap produksi kopi. Pemberian 200 dan 400 spora mikoriza/pohon memperlihatkan tingkat infeksi mikoriza pada akar kopi lebih besar dibandingkan tanpa mikoriza pada semua pemberian dosis pupuk.

5. Empat klon kopi Robusta, yaitu BP 42, BP 409, BP 936, dan BP 939, yang ditanam pada tanah PMK, KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara, memiliki respons sama terhadap kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl. Kombinasi pupuk urea, SP36, dan KCl yang optimal dan cukup efisien bagi pertumbuhan dan hasil buah sampai umur 2,5 tahun untuk keempat klon tersebut masing-masing adalah 50, 40, dan 40 g/pohon. Namun demikian, dosis tersebut masih belum mampu meningkatkan kualitas biji sehingga perlu dilakukan penelitian berikutnya dengan menambah dosis pupuk, terutama pupuk kalium.
6. Kopi Robusta klon BP 308, SA 237, BP 358, BP 42, dan BGN 371 memiliki respons yang sama terhadap aplikasi pupuk kandang ditambah mikrob pelarut fosfat (MPF). Aplikasi pupuk kandang ayam yang ditambah MPF dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang, dan diameter tajuk kopi Robusta, serta meningkatkan P-tersedia dalam tanah, tetapi belum berpengaruh terhadap bobot buah segar (panen kumulatif) sampai umur 4 tahun. Pupuk kandang ayam ditambah MPF hampir sama pengaruhnya dengan pupuk NPK

(16:16:16) terhadap komponen pertumbuhan vegetatif kopi Robusta.

Kebutuhan Pupuk

1. Kebutuhan pupuk dapat berbeda-beda antar lokasi, stadium pertumbuhan tanaman/umur dan varietas.
2. Secara umum pupuk yang dibutuhkan tanaman kopi ada 2 jenis, yaitu pupuk organik dan pupuk an-organik.
3. Pelaksanaan pemupukan harus tepat waktu, tepat jenis, tepat dosis, dan tepat cara pemberian.
4. Diutamakan pemberian pupuk organik berupa kompos, pupuk kandang atau limbah kebun lainnya yang telah dikomposkan.
5. Dosis aplikasi pupuk organik adalah 10-20 kg/pohon/tahun.
6. Pupuk organik umumnya memberikan pengaruh sangat nyata pada tanah yang kadar bahan organiknya rendah ($< 3,5\%$).
7. Pupuk organik tidak mutlak diperlukan pada tanah yang kadar bahan organiknya $> 3,5\%$.
8. Dosis umum pupuk an-organik disajikan pada Tabel 7.
9. Pupuk diberikan setahun dua kali, yaitu pada awal dan pada akhir musim hujan. Pada daerah basah (curah hujan tinggi), pemupukan sebaiknya dilakukan lebih dari dua kali untuk memperkecil risiko hilangnya pupuk karena pelindian (tercuci air).
10. Jika digunakan pupuk tablet yang lambat tersedia (PMLT), pemupukan dapat dilakukan sekali setahun.

-
11. Cara pemberian pupuk, yaitu pupuk diletakkan secara alur melingkar 75 cm dari batang pokok, dengan kedalaman 2-5 cm.



Gambar 42. Cara pemberian pupuk an organik



Gambar 43. Pemberian pupuk organik

Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Kebun Kopi

1. Limbah kebun kopi atau limbah organik lainnya (daun dan lain-lain) dapat dibuat menjadi pupuk organik yang sangat baik untuk memelihara dan meningkatkan kualitas kesuburan tanah dan produksi tanaman kopi.
2. Kulit kopi dan limbah organik lainnya dicacah (dapat menggunakan mesin pencacah) sehingga ukurannya menjadi kecil-kecil.
3. Selanjutnya dicampur merata dengan pupuk kandang, fosfat alam, dan urea dengan perbandingan 1 m³ kulit kopi + 10 kg pupuk kandang + 5 kg fosfat alam + 1 kg urea.
4. Campuran dikomposkan dalam bak pengomposan dengan tinggi bahan kompos ± 1 m, ditutup plastik atau terpal.
5. Lama pengomposan minimal selama 2 (dua) minggu.

Tabel 12. Dosis umum pemupukan tanaman kopi

Umur tanaman (tahun)	Awal musim hujan (g/pohon/tahun)				Akhir musim hujan (g/pohon/tahun)			
	Urea	SP 36	KCl	Kieserit	Urea	SP 36	KCl	Kieserit
1	20	25	15	10	20	25	15	10
2	50	40	40	15	50	40	40	15
3	75	50	50	25	75	50	50	25
4	100	50	70	35	100	50	70	35
5-10	150	80	100	50	150	80	100	50
>10	200	100	125	70	200	100	125	70

PEMANGKASAN

Pemangkasan pada tanaman kopi Arabika di Indonesia dapat menggunakan sistem batang tunggal maupun batang ganda. Namun saat ini di Indonesia hanya menerapkan sistem pemangkasan batang tunggal. Keunggulan pangkasan batang tunggal, yaitu (1) tanaman tetap rendah sehingga mudah perawatannya, (2) dapat membentuk cabang-cabang produksi yang baru secara berkesinambungan (*continue*) dalam jumlah cukup, (3) mempermudah masuknya cahaya (*diffus*) dan memperlancar sirkulasi udara dalam tajuk, (4) mempermudah pengendalian hama penyakit, (5) mengurangi terjadinya fluktuasi produksi yang tajam (*biennial beating*) dan risiko terjadinya kematian tanaman disebabkan pembuahan yang berlebihan (*overbearing dieback*), dan (6) mengurangi dampak kekeringan.

Pemangkasan pada tanaman kopi Arabika terdiri dari 2 jenis, yaitu pangkas bentuk dan pangkas lepas panen atau pemeliharaan.

Pangkasan Batang Tunggal

Pemangkasan tanaman kopi Arabika maupun kopi Robusta di Indonesia dapat menggunakan sistem batang tunggal maupun sistem batang ganda. Namun saat ini di Indonesia hanya menerapkan sistem pemangkasan batang tunggal. Keunggulan pangkasan batang tunggal:

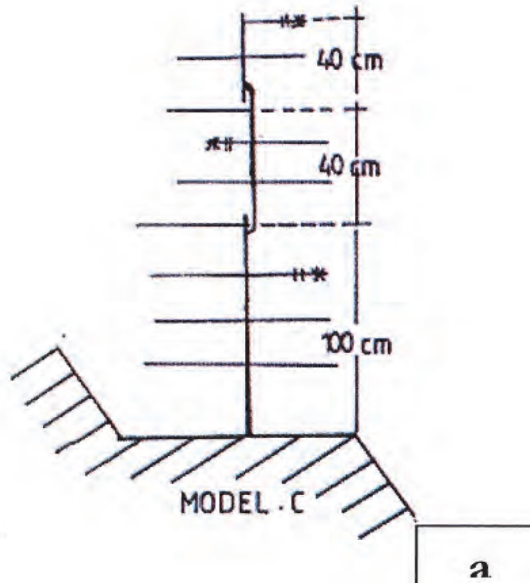
-
1. Tanaman tetap rendah sehingga mudah perawatannya.
 2. Membentuk cabang-cabang produksi yang baru secara berkesinambungan (*continue*) dalam jumlah cukup.
 3. Mempermudah masuknya cahaya (*diffus*) dan memperlancar sirkulasi udara dalam tajuk.
 4. Mempermudah pengendalian hama penyakit.
 5. Mengurangi terjadinya fluktuasi produksi yang tajam (*biennial bearing*) dan risiko terjadinya kematian tanaman disebabkan pembuahan yang berlebihan (*overbearing dieback*).
 6. Mengurangi dampak kekeringan.

Pangkas bentuk

1. Batang tanaman TBM atau TM I yang mempunyai ketinggian ± 1 m dipenggal dan tiga cabang primer dipotong/disunat pada ketinggian 80–100 cm sebagai unit tangan "Etape I" pemotongan/sunat cabang dilakukan pada ruas ke 2–3 dan pasangan cabang primer yang disunat dihilangkan.
2. Tunas yang tumbuh pada cabang primer yang telah disunat dilakukan pemotongan/sunat ulang secara selektif (dipilih yang kokoh).
3. Semua wiwilan yang tumbuh pada batang dihilangkan agar percabangan kuat.
4. Setelah batang dan cabang-cabang pada tangan "Etape I" tumbuh kuat, satu wiwilan yang tumbuh di bagian atas dipelihara sebagai "bayonet" dan 2–3 cabang plagiotrop

terbawah dihilangkan, kemudian dilakukan pembentukan calon tangan "Etape II" pada ketinggian 120–140 cm dengan cara sama seperti pada proses pembentukan tangan "Etape I" tetapi arahnya berbeda.

5. Setelah tangan "Etape II" terbentuk, dibuat tangan "Etape III" pada ketinggian 160–180 cm. Perlakuannya seperti pembentukan tangan-tangan "Etape I" dan "Etape II" sehingga terbentuk pangkasan, jika dilihat dari atas berbentuk seperti logo mobil merek Mercedes Benz ("Merzi").



Gambar 44. Proses pemenggalan batang utama dalam pangkasan bentuk



Gambar 45. Tanaman kopi yang telah dipangkas

Pemangkasan Lewat Panen/Pemeliharaan

1. Bertujuan mempertahankan keseimbangan kerangka tanaman yang diperoleh dari pangkasan bentuk dengan cara menghilangkan cabang-cabang tidak produktif.
2. Cabang tidak produktif yang dibuang meliputi: cabang tua yang telah berbuah 2-3 kali, cabang balik, cabang liar, cabang cacing, cabang yang terserang hama dan penyakit, serta wiwilan (tunas air).



Gambar 46. Jenis-jenis cabang yang harus dipangkas



Gambar 47. Pemangkasan cabang kering



Gambar 48. Pemangkasan tunas air (wiwilan)

PENGELOLAAN PENAUUNG

Penaung Sementara

Pada awal musim hujan, penaung sementara dikurangi (dirempes) agar tidak terlalu rimbun. Hasil rempesan ditempatkan di sekeliling batang atau dimasukkan rorak. Tanaman penaung sementara seperti *Moghania* dapat juga dipelihara sebagai tanaman penguat teras atau didongkel setelah tanaman kopi berumur empat tahun (mulai menghasilkan). Sebagai tanaman penguat teras *Moghania* harus dipangkas secara periodik tiap empat bulan sekali. Sementara tanaman itu *Tephrosia* sp. dan *Crotalaria* sp. akan mati sendiri setelah berumur dua tahun.

Penaung Tetap

Percabangan paling bawah pada tanaman penaung tetap, termasuk penaung produktif, diusahakan 1–2 m di atas pohon kopi untuk memperlancar peredaran udara dan masuknya cahaya. Agar percabangan segera mencapai tinggi yang dikehendaki, cabang-cabang di bagian bawah harus sering dibuang. Dilakukan penjarangan penaung secara sistematis apabila pohon kopi telah saling menutup dan tumbuh baik. Populasi akhir dipertahankan sebanyak 400–600 ph/ha, tergantung pada kondisi lingkungan setempat.

Tanaman penaung tetap jenis lamtoro atau gamal, pada awal musim hujan 50% dari jumlah lamtoro dipotong (Gambar 45) pada tinggi 3 m bergantian setiap tahun secara larikan atau selang-seling.

Selama musim hujan cabang-cabang dan ranting lamtoro atau gamal yang terlalu lebat dirempes untuk merangsang pembentukan pembungaan kopi.



Gambar 49. Pemangkasan tanaman penayang tetap

DIVERSIFIKASI USAHA PADA BUDI DAYA KOPI

Tumpangsari dengan Tanaman Semusim

1. Diusahakan selama masa persiapan lahan dan selama tanaman kopi belum menghasilkan (tajuk kopi belum saling menutup) atau selama iklim mikro masih memungkinkan.
2. Untuk pengusahaan yang bersifat lebih permanen pada lahan datar dapat dilakukan dengan sistem budi daya lorong (*alley cropping*). Pada tiap 3–5 barisan kopi disediakan lorong dengan lebar 8 m untuk tanaman tumpangsari.
3. Tanaman semusim yang banyak diusahakan antara lain jenis hortikultura (tomat dan cabe), palawija (jagung), kacang-kacangan, dan umbi-umbian.
4. Tanaman jagung yang mempunyai pertumbuhan tinggi dapat juga berfungsi sebagai penayang sementara yang efektif.
5. Limbah tanaman semusim dimanfaatkan untuk pupuk hijau atau mulsa kopi.

Tumpangsari dengan Tanaman Tahunan

1. Dipilih yang memiliki kanopi tidak terlalu rimbun, daun berukuran kecil atau sempit memanjang agar dapat memberikan cahaya dengan baik.
2. Bukan inang hama dan penyakit utama kopi.
3. Tidak menimbulkan pengaruh allelopati.

-
4. Pohon penaung produktif ditanam dengan jarak 10 m x 10 m tergantung ukuran besarnya tajuk tanaman.
 5. Pohon produktif yang banyak dipakai untuk kopi Arabika antara lain Macadamia dan jeruk, sedangkan untuk kopi Robusta antara lain petai, jengkol, pisang, avokad, jeruk dan kelapa.
 6. Jeruk keprok ditanam dengan jarak 6 m x 6 m atau 8 m x 8 m. Macadamia, petai, dan jengkol ditanam dengan jarak 5 m x 5 m, kemudian secara berangsur-angsur dijarangkan menjadi 10 m x 10 m.



Gambar 50. Tumpangsari tanaman kopi dengan tomat



Gambar 51. Tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk

Integrasi dengan Ternak

1. Jenis ternak disesuaikan dengan kondisi lingkungan kebun.
2. Jenis ternak yang dapat diintegrasikan di kebun kopi antara lain kambing, domba, sapi, babi, dan lebah.
3. Ternak sebaiknya dipelihara secara intensif di dalam kandang.
4. Selain untuk pupuk, kulit buah kopi dapat diproses menjadi pakan sapi/kambing dengan terlebih dahulu diolah.
5. Untuk pakan hijau dapat diperoleh dari hasil pangkasan tanaman kopi dan penang, maupun gulma yang dapat digunakan secara langsung.
6. Kotoran/limbah ternak dipakai untuk pupuk organik pada tanaman kopi.



Gambar 52. Integrasi kopi dengan ternak sapi

PENUTUP

Praktik budi daya kopi yang baik (*good agricultural practices/ GAP on coffee*) disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengalaman di lapang. Penerapan praktik tersebut merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas dan mutu kopi yang digunakan sebagai acuan oleh pemangku kepentingan (*stakeholders*) dalam budi daya atau pengembangan tanaman kopi.

BAHAN BACAAN

- Ament, C.C. (1936). Wortel-enten van koffie. (English summary). *Archiel voor de koffie cultuur in Nederlandsch-Indie* (pp. 1–13). Tiende Jaargang.
- Anonimous. (2000). *The copenhagen declaration. The organic standard 2.3.4.*
- Anuradha, K., & Sreenivasan, M.S. (1993). Studies on rooting ability of cauvery (catimor) cuttings. *J. Coffee. Res.*, 23, 55–58.
- Archibald, J.F. (1953). Factors concerned in the rooting response of cuttings. *Proc. of the West African Int. Cacao Res. Conf., Tafo, Gold Coast*, 3, 4042.
- Arimarsetiowati R. 2011. Pengaruh Auksin 2,4-D dan Sitokinin 2-iP Terhadap Pembentukan Embriogenesis Somatik Langsung Pada Eksplan Daun Coffea arabica L. Pelita Perkebunan. 27(2) : 68-77.
- Arsyad, S. (1989). *Konservasi tanah dan air*. Bogor: Penerbit IPB.
- Barrow, C.J. (1991). *Land degradation: Development and breakdown of terrestrial environments*. Cambridge - New York: Cambridge Univ. Press.
- Berthouly M, Etienne H. 2000. Somatic Embryogenesis of Coffee In Sera T. Soccol CR, Pandey A, Roussos S. Coffee Biotechnology and Quality. Proceedings of the 3rd International Seminar on Biotechnology in the Coffee Agro-Industry, Londrina. Brazil. Printed in the Netherlands (NL). Kluwer Academic Publishers. hlm 71- 90. ISBN: 978-90-481-5565-1 (Print) 978-94-017-1068-8 (Online)
- Berthouly M, Michaux-Ferriere NM. 1996. High frequency somatic embryogenesis in Coffea canephora. Induction conditions and histological evolution Plant Cell. Tissue and Organ Culture. 44: 169-176.

-
- Bieysse D, Gofflot A, Michaux-Ferriere N. 1993. Effect of experimental conditions and genotypic variability on somatic embryogenesis in Coffee Arabica. *Canadian Journal of Botany*. 71(11):1496-1502.
- Carneiro MF. 1999. Advances in coffee biotechnology. *AgBiotechnet* 1:1-7.
- Carniaro MF. 1997. Coffee biotechnology and its application in genetic transformation. *Euphytica*. 96:167-172. 20.
- Common Code for Coffee Community. *4C in the perspective of global trade industry*.
- Common Code for Coffee Community. *Sustainability in the production, post harvest processing and trading of main stream green coffee*.
- Cramer, P.J.S. (1957). *A review of literature of coffee research in Indonesia* (p. 262). Turrialba, Costa Rica: Inter-American Institute of Agricultural Sciences.
- Cramer. P.J.S. (1957). *A review of literature of coffee research in Indonesia*.
- Daras, U., Sobari, I., Trisilawati, O., & Towaha, J. (2015). Pengaruh Mikoriza dan Pupuk NPKMg terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kopi Arabika. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 2(2), 91-98.
- Daras, U., Trisilawati, O., & Sobari, I. (2013). Pengaruh Mikoriza dan Amelioran terhadap Pertumbuhan Benih Kopi. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 4(2), 145-156.
- De Graaf, J. (1991). The price of soil erosion and economic evaluation of soil conservation and watershed development. Wageningen: Wageningen Agric. Univ.
- Ducos JP, Lambot C, Pétiard V. 2007. Bioreactors for Coffee Mass Propagation by Somatic Embryogenesis. *International Journal of Plant Developmental Biology*. 1(1): 1-12.
-

-
- Duran, J. E. S. (1991). *Une methodologie pour evaluer les tous assosies a la production des agricultures alternatives*. Memoire de MSc., Universite Laval.
- EEC. (1991). Council Regulation (EEC) No. 2092 / 91. *Official Journal of the European Communities*, 34(L 198), 1–15.
- EEC. (2000). Council Regulation (EEC) No. 2092 / 91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring there to on agricultural products and foodstuffs (p. 68). Skala, Zwolle.
- Etienne H. 2005. Somatic Embryogenesis Protocol: Coffee (*Coffea Arabica* L. and *Canephora* P.) In Jain SM, Gupta PK. (eds). 2005. Protocol for Somatic Embryogenesis in Woody Plants. Printed in the Netherlands (NL). Springer. hlm 167 - 179.
- Gatica-Arias AM, Arrieta-Espinoza G, Esquivel AME. 2008. Plant regeneration via indirect somatic embryogenesis and optimisation of genetic transformation in *Coffea arabica* L. cvs. Caturra and Catuaí. *Electronic Journal of Biotechnology*. 11 (1). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile. 11 (1):1-12.
- Gatut-Suprijadji (1995). Sambungan klon-klon kopi arabika dan robusta pada hipokotil kopi ekselsa stadium serdadu. *Pelita Perkebunan*, 11(3), 152–158.
- Gatut-Suprijadji (1997). Pengaruh pengupiran daun batang bawah dan batang atas terhadap keberhasilan setek sambung kopi robusta. *Pelita Perkebunan*, 13(2), 71–79.
- Gatut-Suprijadji, & Mubiyanto, B.O. (1998). Beberapa alternatif teknik perbanyak vegetatif tanaman kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 14(2), 139–145.
- Gatut-Suprijadji, & Sahali (1995). Hasil sambungan fase serdadu pada beberapa jenis batang bawah. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 11(3), 154–158.
-

-
- Gatut-Suprijadji. (2010). *Teknik pembibitan vegetatif cara setek pada tanaman kopi* (p. 8). Pusat Penyuluhan dan Pengembangan Kopi. AEKI Lampung.
- Gatut-Suprijadji (1984). *Urin sapi sebagai perangsang perakaran setek kopi* (p. 16). *BPP Jember*.
- George EF, Hall MA, De Klerk GJ. 2008. The Components of Plant Tissue Culture Media: Macro and Micro-Nutrients pp: 65-113. In; George EF Hall MA and De Klerk GJ (Eds). *Plant Propagation by Tissue culture. The Background. Vol.1. Edition 3rd. Netherlands (NL). Springer*.
- George EF. 1993. *Plant Propagation by Tissue Culture. The Technology. 2nd England (GB). Exegetics Ltd.*
- George FF, Sherrington PD. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture. England (GB). Exegetic Ltd. 709 hlm. 21*
- Giridhar P, Kumar V, Indu EP, Ravishankar, Chandrasekar A. 2004. Thidiazuron induced somatic embryogenesis in *Coffea arabica* L. and *Coffea canephora* P ex Fr. *Acta Bot. Croat. 63 (1) : 25-33.*
- Gunawan LW. 1992. *Teknik Kultur In Vitro. Institut Pertanian Bogor (ID). Pusat Antar Universitas Bioteknologi. 245 hal.*
- Haarer, A.E. (1958). *Modern coffee production* (p. 495). Second edition, Leonard Hill, London.
- Hartmann, H.T., & Kester, D.E. (1983). *Plant Propagation, principles and practices* (pp. 399–447). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Hartobudoyo, S., & Soedarsono (1984). Kopi dan kakao, bahan tanam setek dan musim kemarau panjang tahun 1992. *Perkebunan Indonesia, 1(3/4), 36–48.*
- Haryati, U., Thamrin, M., & Suwardjo, H. (1989). Evaluasi beberapa model teras pada Latosol Gunasari, DAS Citanduy. In *Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah : Bidang Konservasi*
-

-
- Tanah dan Air* (pp. 187-195). Bogor, 22-24 Agustus 1989. Bogor: Puslittanak.
- Hatanaka T, Arakawa O, Yasuda T, Uchida N, Yamaguchi T. 1991. Effect of plant growth regulators on somatic embryogenesis in leaf cultures of *Coffea canephora*. *Plant Cell Rep.* 10:179-182
- Hulupi, R. (1999). Bahan tanam kopi yang sesuai untuk kondisi agroklimat di Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.* 15, 64–81.
- Hulupi, R. & Nur., A.M. (1995). Pembangunan kebun entres kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.* 11(3), 134–145.
- Hulupi, R., & Nur, A.M. (1995). Pembangunan kebun entres kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao,* 11(3), 134–145.
- Hussein S, Ibrahim R, Kiong ALP. 2006. Somatic embryogenesis: an alternative method for in vitro micropropagation. *Iranian Journal of Biotechnology:* 4(3):156-161.
- Ibrahim M.S.D., Hartati R.S., Rubiyo, Purwito A., and Sudarsono. 2013. Perbanyak Kopi Melalui Embriogenesis Somatik. Dalam Rubiyo, Harni R., Wardiana E., Towaha J. (Penyunting). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Kopi. Peran Inovasi Teknologi Kopi Menuju Green Economy Nasional.* Bogor, 28 Agustus 2013. IAARD Press. Hlm. 71-78 ISBN 978-602-1520-24-6.
- Ibrahim M.S.D., R.S. Hartati, Rubiyo, Purwito, Sudarsono. 2013. Direct and indirect somatic embryogenesis on arabica coffee (*Coffea arabica*). *Indonesian Journal of Agricultural Science.* 14 (2) :79-86.
- Ibrahim M.S.D., R.S. Hartati, Rubiyo, Purwito, Sudarsono. 2015. The Induction of Primary and Secondary Somatic Embryogenesis for Arabica Coffee Propagation. *Journal of Tropical Crop Science.* 2 (3) :12-19
- Ibrahim M.S.D., R.S. Hartati, Rubiyo, Purwito, Sudarsono. 2017. Efisiensi Media Kultur dan Aplikasi Temporary Immersion
-

System Pada Embriogenesis Somatik Kopi Arabika. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 23 (1) : 45-54.

- Ibrahim M.S.D., Sudarsono, Rubio, dan Syafaruddin. 2012. Pengaruh Komposisi Media dan Eksplan Terhadap Pembentukan Kalus Menuju Induksi Embrio Somatik Kopi Arabika (*Coffea arabica*). *Buletin Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*. 3 (1) :13-22.
- Ibrahim M.S.D., Sudarsono, Rubiyo, dan Purwito A. 2013. Induksi kalus embriogenik dan daya regenerasi kopi arabika (*Coffea arabica* L.) menggunakan 2,4-D dan Benzyladenine. *Buletin Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*. 4 (2): 91-96.
- Ibrahim, M.S.D. 2015. Faktor Penentu Keberhasilan Perbanyakan Kopi (*Coffea* spp.) Melalui Embriogenesis Somatik. *Sirinov*. 3 (3) : 127 – 136.
- Ibrahim, M.S.D., R.S. Hartati. 2017. Multiplikasi Tunas Kopi Arabika Menggunakan Kinetin dan 6 Benzylaminopurine dalam Dermiyati, Ainin Niswati, Sri Yumnaini, Netti Yuliana, Udin Hasanuddin, Erwanto, Kuswanta F Hidayat, Sukismanto Aji, Budi Kusarpoko, A. Arivin Rivaie, Yulia Pujiharti, Jekvy Hendra, Elip Helda, Robet Asnawi (Penyunting). *Prosiding Seminar Nasional. Agroinovasi Spesifik Lokasi Untuk Memantapkan Ketahanan Pangan Pada Era Masyarakat Ekonomi Asean*. Bandar Lampung, 19-20 Oktober 2016. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Buku 2. Hal. 1114-1123. ISBN 978-602-6954-16-9.
- Ibrahim, M.S.D., R.S. Hartati. 2017. Peningkatan Induksi Kalus Embriogenik dan Konversi Embrio Somatik Kopi Robusta Klon BP 308. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 4. (3) :121-132.
- Ibrahim, M.S.D., R.S. Hartati. 2017. Peningkatan Induksi Kalus Embriogenik dan Konversi Embrio Somatik Kopi Robusta Klon BP 308. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 4 (3) : 121-132.

-
- IFOAM. (2000). *Basic standards for organic production and processing* (p. 68). Basel: IFOAM.
- Jain SM, Ishii K. 1998. Recent Advances in Somatic Embryogenesis in Forest Trees. In: Burns S, Mantell S, Tragardh C, Viana AM. Recent advances in biotechnology for tree conservation and management. Intern. Stockholm, Sweden (SE). Foundation for Science (IFS). pp 214-231.
- Kumar, A.C. (1988). Nematode problem of coffee and its management. *Indian Coffee*, 52(7), 12–19.
- Lal, R. (1995). *Sustainable management of soil resources in the humid tropics*. Tokyo-New York-Paris: United Nation University Press.
- Majid, R.A. (1997). Pembukaan areal baru perkebunan kelapa sawit dengan teknik tanpa bakar (zero burning). In Poeloengan, Z., K. Pamin, P. Purba, Y.T. Adiwiganda, P.L. Tobing dan M.L. Fadli (Eds.). Pembukaan areal dengan cara zero burning. *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit* (pp. 1–13). Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan, 22 April 1997.
- Masa Depan. *Pengantar untuk pertanian berkelanjutan dengan input luar rendah*. Sukoco (Penerjemah). Terjemahan dari : Farming for the Future. An Introduction to Low External Input Apiculture. Jakarta: Kanisius.
- Mawardi. (2004). *Temu Karya Kopi VI. di Jakarta*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Menéndez-Yuffá A, de Garcia EG. 1997. Morphogenic events during indirect somatic embryogenesis in coffee “Catimor”. *Protoplasma*. 199:208–214.
- Neuenschwander B, Baumann TW. 1992. A novel type of somatic embryogenesis in *Coffea arabica*. *Plant Cell Rep*. 10:608-612.
- Nur, A.M. (1997). *Penelitian setek-sambung akar pada kopi arabika varietas Kartika di dataran tinggi Gayo* (p. 6). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.

-
- Nur, A.M., & Sudjatmiko, D.A. (1994). Kajian pendahuluan konversi kopi robusta ke arabika dengan teknik penyambungan di lapangan. *Pelita Perkebunan*, 10(1), 36–42.
- Nur, A.M., & Sulistyono (1987). Kajian terhadap sifat pertumbuhan kopi robusta asal semai, sambungan, dan setek. *Pelita Perkebunan*, 3(2), 41–45.
- Nur, A.M., & Zaenudin (1988). Kajian sistem perakaran kopi robusta asal setek. *Pelita Perkebunan*, 3(4), 118–123.
- Oktavia F, Siswanto, Budiani A, dan Sudarsono. 2003. Embriogenesis somatik langsung dan regenerasi planlet kopi Arabika (*Coffea arabica*) dari berbagai eksplan. *Menara Perkebunan*. 71(2): 44-55
- Oktavia F. 2004. Induksi Embriogenesis Somatik dan Transformasi Gen Kitinase Ke Tanaman Kopi (*Coffea* spp) Dengan Bantuan *Agrobacterium tumefaciens* LBA44404 [tesis]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Pakpahan, A. (1999). *Membangun perkebunan. Membalik arus dan gelombang sejarah. Sebuah konsep strategi pembangunan perkebunan yang partisipatif, produktif, efisien, berkeadilan dan berkelanjutan.*
- Pierik RLM. 1987. *In Vitro Culture Higher Plant.* Netherlands (NL). Martinus Nijhoff. 344 hlm.
- Pierson ES, van Lammeran AM, Schel JHN, Starisky G. 1983. *In vitro* development of embryoids from punched leaf disc of *Coffea canephora*. *Protoplasma*. 115:208-216.
- Pranowo, D., & Supriadi, H. (2013). Evaluasi Hasil Grafting Sembilan Klon Kopi Robusta Dengan Batang Bawah Lokal. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 4(3), 231-236.
- Prawoto, A., & Gatut-Suiprijadji. (1992). Kandungan hormon dalam air seni beberapa jenis ternak. *Pelita Perkebunan*, 7(4), 79–84.
- Prawoto, A.A. (1989). Penelitian sambungan kakao di pembibitan. *Pelita Perkebunan*, 5, 46–51.
-

-
- Priyono. 1993. Embriogenesis somatik langsung pada kultur in vitro eksplan daun kopi Arabika (*Coffea arabica*). *Jurnal Pertanian Indonesia*. 3(1):16-20.
- Priyono. 2004. Kultur In Vitro Daun Kopi untuk Mengetahui Kemampuan Embriogenesis Somatik Beberapa Varietas Kopi. *Pelita Perkebunan*. 20 (3): 110-122.
- PT Perkebunan XXIII. *Vedemecum Kopi*.
- PT Perkebunan XXVI. *Vedemecum Kopi Arabika*.
- PT Perkebunan XXVI. *Vedemecum Kopi Robusta*.
- Pujiyanto, Mawardi, S., & Nur, A.M. (1993). Kajian sebaran akar rambut kopi arabika tipe kate varietas BP 453 A dan BP 454 A. *Pelita Perkebunan*, 8(4), 79–84.
- Pujiyanto, Wibawa, A., & Winaryo. (1996). Pengaruh teras dan tanaman penguat teras terhadap produktivitas kopi Arabika serta sifat kimia tanahnya. *Pelita Perkebunan*, 12(1), 25–35.
- Pujiyanto. (1993). Status bahan organik tanah pada perkebunan kopi dan kakao di Jawa Timur. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12(2), 115–119.
- Purushotham, K. (1982). Cutting grafts. A method for the propagation of coffee. *Indian Coffee*, 46(4), 87–88.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. (1998). *Budidaya tanaman kopi*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. In Press. *Tiga abad kopi Arabika di Indonesia*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Quiroz- Figueroa FR, Fuentes-Cerda CFJ, Rojas-Herrera R, Loyola-Vargas VM. 2002. Histological studies on the developmental stages and differentiation of two different somatic embryogenesis systems of *Coffea arabica*. *Plant Cell Reports*. 20:1141-1149.

-
- Raghavan V. 1986. Embryogenesis in Angiosperms : A Developmental and Experimented Study. Cambridge(GB). Cambridge University Press.
- Rahardjo, P., & Gatut-Suprijadji. (2001). Pengaruh panjang sayatan dan konsentrasi naa terhadap perakaran setek daun bermata tunas kopi robusta. *Pelita Perkebunan* 17(2), 49–54.
- Raju, K.S.K. (1972). Vegetative propagation in coffee use of adventitious buds. *Indian Coffee*, 36(10), 334–33.
- Ramadhan, K. (1978). *Production of rooted cocoa cuttings under Malaysian conditions*. Peprint from the 1978 Int. Conf. on Cocoa & Coconuts, Kuala Lumpur.
- Ramos LS, Yokoo EY, Goncalves W. 1993. Direct somatic embryogenesis is genotype specific in coffee. In Quinzieme Colloque Scientifique Sur le Cafe. ASIC Montpellier.II: 763-766.
- Randriani, E., Dani, D., Tresniawati, C., & Syafaruddin, S. (2014). Hubungan Antar Karakter Vegetatif, Komponen Hasil, dan Daya Hasil Kopi Robusta Asal Sambung Tunas Plagiotrop. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 1(2), 109-116.
- Reijntjes, C., Haverkort, B., & Water-Bayer, A. (1992). Pertanian
- Riyadi A., Tirtoboma. 2004. Pengaruh 2,4-D terhadap Induksi Embrio Somatik Kopi Arabika. *Buletin Plasma Nutfah*. 10.(2).82-89.
- Roelofsen, P.A. (1939). Het stekken van koffie. *Bergcultures*, 13(29), 994–1002.
- Rusli, R., Sakiroh, S., & Wardiana, E. (2015). Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Biji Empat Klon Kopi Robusta di Tanah Podsolik Merah Kuning, Lampung Utara. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 2(2), 107-112.
- Saefudin, S., & Wardiana, E. (2013). Pengaruh Varietas Dan Tingkat Kematangan Buah Terhadap Perkecambahan Dan Fisik
-

-
- Benih Kopi Arabika. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 4(3), 245-256.
- Samson NP, Campa C, Le Gal L, Noirot M, Thomas G, Lokeswari TS, Kochko A.de. 2006. Effect of primary culture medium composition on high frequency somatic embryogenesis in different *Coffea* species. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 86:37-45
- Snoeck, J. (1988). Cultivation and harvesting of the robusta coffee tree (pp. 91-128). In Clarke, R.J. & Macrae (Eds.). *Coffee Agronomy* Vol. 4. London: Elsevier Applied Sci.
- Sobari, I., Pranowo, D., & Wardiana, E. (2018). Pengaruh Pupuk Kandang dengan Penambahan Mikrob Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kopi Robusta. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 5(2), 59-66.
- Sobari, I., Sakiroh, S., & Purwanto, E. (2012). Pengaruh Jenis Tanaman Penaung terhadap Pertumbuhan dan Persentase Tanaman Berbuah pada Kopi Arabika Varietas Kartika 1. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 3(3), 217-222
- Sondahl MR, Monaco LC, Sharp WR. 1981. In vitro methods applied to coffee. In Thorp TA (Ed.) *Plant Tissue Culture, Methods and Applications in Agriculture*. New York (US), Academic Press. p. 325- 347.
- Sondahl MR, Sharp WR. 1977. High frequency induction of somatic embryos in cultured leaf explants of *Coffea arabica* L. *Zeitschrift fur Pflanzenphysiologie*. 81:395-408.
- Srinivasan, C.S., & Vishveshwara, S. (1980). A study of robusta propagation: Clone vs seedling. *Indian Coffee*, 44(6), 105-111.
- Sumaryono, Tahardi JS. 1993. Perbanyak klon kopi robusta toleran nematoda melalui embryogenesis somatik langsung. *Menara Perkebunan*. 61(3):50-55.
- Supriadi, H., Randriani, E., & Towaha, J. (2016). Korelasi Antara Ketinggian Tempat, Sifat Kimia Tanah, dan Mutu Fisik Biji

-
- Kopi Arabika di Dataran Tinggi Garut. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 3(1), 45-52.
- Supriadi, H., Rokhmah, D., & Saefudin, S. (2016). Teknologi Pengemasan Entres Selama Distribusi untuk Mempertahankan Daya Tumbuh Setek Kopi Robusta. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 3(3), 135-140.
- Suryowinoto M. 1996. Prospek kultur in vitro dalam perkembangan pertanian modern. Yogyakarta (ID). Universitas Gadjah Mada. hlm 1-10.
- Terzi M, Loschiavo F. 1990. Somatic embryogenesis. In S.S. Bhajwani (ed.) *Plant tissue culture: Applications and Limitations*. Amsterdam. Oxford. New York. Tokyo. Elsevier. hlm 55-66.
- Toonen MAJ, de Vries SC. 1996. Initiation of somatic embryos from single cells. In Wang TU and Cuming A (eds) *Embrogenesis the generation of a plant*. Bios Scientific Publisher Ltd. Uk. 173-189.
- Towaha, J., Aunillah, A., Purwanto, E., & Supriadi, H. (2014). Pengaruh Elevasi dan Pengolahan terhadap Kandungan Kimia dan Citarasa Kopi Robusta Lampung. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 1(1), 57-62.
- Towaha, J., Purwanto, E., & Supriadi, H. (2016). Atribut Kualitas Kopi Arabika pada Tiga Ketinggian Tempat Di Kabupaten Garut. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 2(1), 29-34.
- Utzkapeh. *Chain of custody requirement*.
- van Boxtel J, Berthouly M. 1996. High frequency of somatic embryogenesis from coffee leaves. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 44: 7-17.
- Von Arnold S, Sabala I, Bozhkov P, Dyachok J, Filonova L. 2002. Developmental pathways of somatic embryogenesis. *Plant cell, Tissue and Organ culture* 69: 233-249.
- Wamatu, J.N. (1990). Vegetative propagation of Ruiru II: A review. *Kenya Coffee*, 55, 983-985.
-

-
- Warga-Dalem SK. 1985. Embriogenesis somatik dan regenerasi tanaman pada kultur daun kopi Robusta (*Coffea canephora*) [tesis]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor. 66 hlm.
- Wargadipura, R., & Tanardi, J.S. (1991). Aklimatisasi dan pertumbuhan bibit kopi robusta hasil kultur daun di lapangan. *Menara Perkebunan*. 59(1), 1–6.
- Wattimena GA, Gunawan LW, Mattjik NA, Syamsudin E, Wiendi N.M.A, Ernawati A. 1992. Bioteknologi Tanaman. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Bogor (ID). IPB. 309 hlm.
- Wattimena GA. 1987. Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Bogor (ID). Laboratorium Kultur Jaringan PAU Bioteknologi. 246 Hal.
- Weaver, R.J. (1972). *Plant growth substances in agriculture*. San Francisco: W.H. Freeman & Co.
- Wester, P.J. (1922). Graftage of coffee. *Tropical Agriculturist*, 58(1), 62–63.
- Wiriyadiputra, S. (1996). Ketahanan kopi robusta terhadap nematoda luka akar kopi, *Pratylenchus coffeae*. *Pelita Perkebunan*, 12(3), 137–148.
- Wrigley, G. (1988). *Coffee* (p. 639). New York: Longman Scientific and Technical.
- Yahmadi, M. (1979). *Budidaya dan pengolahan kopi*. Pedoman praktek No./Bud.Tekn./9/1979 (p. 36). Bogor: Balai Penelitian Perkebunan.
- Yasuda T, Fuji Y, Yamaguchi T. 1985. Embryogenic callus induction from Coffee Arabica leaf explants by benzyladenine. *Plant Cell physiol*. 26:595-597.
- Zimmerman JL. 1993. Somatic embryogenesis : A model for early development in higher plants. *The Plant Cell*. 5: 1411-1423. 26.



Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Jl. Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122
Telp: +62 0251 8321746, Fax: +62 0251 83226561
e-mail: iaardpress@stbang.deptan.go.id

Pertanian

ISBN 978-602-344-130-3

