

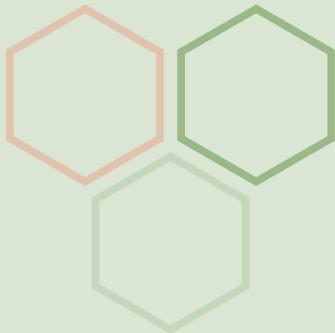
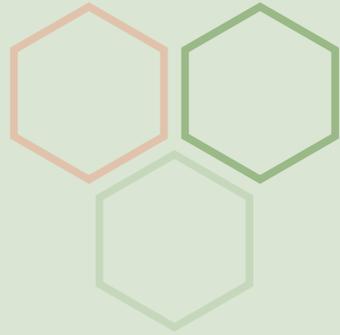
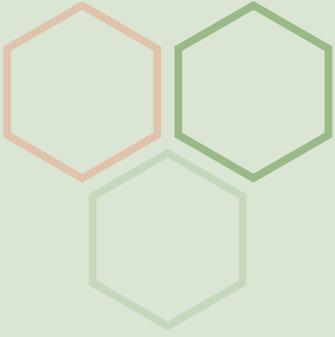


Australian Government
Australian Centre for
International Agricultural Research

Tanaman Cendana Pasifik – Pacific Sandalwood

Panduan penanam untuk produksi tanaman cendana
di wilayah Pasifik







Australian Government
**Australian Centre for
International Agricultural Research**

Tanaman Cendana Pasifik – Pacific Sandalwood

**Panduan penanam untuk produksi tanaman cendana di
wilayah Pasifik**

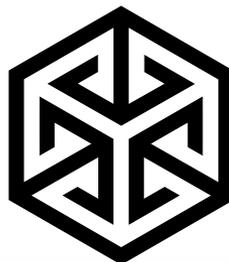
Editor

Tony Page

David Bush

Bronwyn Clarke

Lex Thomson



2022

Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR/Pusat Penelitian Agrikultur Internasional Australia) didirikan pada bulan Juni 1982 berdasarkan Undang-Undang Parlemen Australia. ACIAR beroperasi sebagai bagian dari program kerja sama pembangunan internasional Australia, dengan misi mencapai sistem agrikultur yang lebih produktif dan berkelanjutan, demi kepentingan negara-negara berkembang dan Australia. Program ini menugaskan penelitian kolaboratif antara peneliti Australia dan negara berkembang di bidang-bidang di mana Australia memiliki kompetensi penelitian yang istimewa. Selain itu, juga mengelola kontribusi Australia terhadap International Agricultural Research Centres (Pusat Penelitian Agrikultur Internasional).

Jika ada nama dagang yang digunakan, ini bukan merupakan dukungan atau diskriminasi terhadap produk apa pun oleh Pusat Penelitian ini.

SERI MONOGRAF ACIAR

Seri ini memuat hasil penelitian asli yang didukung oleh ACIAR, atau materi yang dianggap relevan dengan tujuan penelitian dan pengembangan ACIAR. Publikasi dalam seri ini berkisar dari laporan dan analisis ilmiah terperinci, yang ditulis untuk peneliti, penyuluh dan pembuat kebijakan, hingga panduan dan manual untuk mendukung praktik baru atau yang lebih baik bagi petani kecil, nelayan, dan rimbawan. Publikasi dalam seri ini tersedia dalam bentuk cetak, dalam jumlah terbatas, dan daring dari situs web ACIAR di aciar.gov.au

© Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) 2022

Karya ini dilindungi hak cipta. Selain penggunaan yang diizinkan berdasarkan Undang-Undang Hak Cipta 1968, tidak ada bagian yang boleh direproduksi dengan proses apa pun tanpa izin tertulis sebelumnya dari ACIAR, GPO Box 1571, Canberra ACT 2601, Australia, aciar@aciar.gov.au.

Page T, Bush D, Clarke B and Thomson L (eds) (2022) *Pacific sandalwood – Growers' guide for sandalwood production in the Pacific region* (Tanaman Cendana Pasifik – Panduan penanam untuk produksi tanaman cendana di wilayah Pasifik). Monograf ACIAR No. 218. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. Seri Monograf ACIAR No. 218 (MN218)

ISSN 1031-8194 (cetak)

ISSN 1447-090X (pdf)

ISBN 978-1-922787-06-4 (cetak)

ISBN 978-1-922787-07-1 (pdf)

Penyuntingan teknis oleh Dr Joely Taylor

Desain oleh Griffin Graphics

Pencetakan oleh CanPrint Communications



Kata pengantar

Tanaman cendana atau sandalwood (*Santalum spp.*) sangat dihargai karena minyak kayu terasnya yang harum, yang telah digunakan selama berabad-abad untuk tujuan keagamaan dan adat. Sekarang minyak kayu cendana diminati secara internasional untuk kosmetik, aromaterapi, pengharum sabun, wewangian dan obat-obatan. Kayu teras yang mengandung minyak juga digunakan untuk ukiran hias atau upacara, dan dijadikan bubuk untuk pembuatan hio dupa.

Perdagangan kayu cendana di kawasan Pasifik telah berlangsung sejak tahun 1400-an, saat para pedagang China dan Arab mulai mengunjungi Timor dan pulau-pulau sekitarnya. Perdagangan kemudian meluas ke seluruh wilayah Hawaii, Fiji, Polinesia Prancis, Kaledonia Baru, Vanuatu, dan Tonga. Perdagangan kayu cendana tetap menjadi sumber pendapatan penting bagi banyak petani kecil di kawasan Pasifik, dan petani serta industri sama-sama berupaya beralih dari pemanenan hutan liar ke perkebunan tanaman cendana.

Australian Centre for International Agricultural Research (Pusat Penelitian Pertanian Internasional Australia/ACIAR) diberi mandat, sebagaimana diatur dalam Undang-undang ACIAR (1982), untuk bekerja dengan mitra di seluruh kawasan Indo-Pasifik guna menghasilkan pengetahuan dan teknologi yang mendukung peningkatan produktivitas agrikultur, keberlanjutan, dan ketahanan system pangan. Kami melakukan ini dengan mendanai, menjadi perantara, dan mengelola kemitraan penelitian untuk kepentingan negara mitra dan Australia. Kami juga mendukung penyebaran pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh dari penelitian dengan menerbitkan buku, panduan, dan manual untuk berbagai kalangan.

Selama 30 tahun terakhir, ACIAR telah berinvestasi dalam banyak penelitian dan pengembangan praktik terbaik budidaya tanaman cendana oleh petani kecil, bersamaan dengan meluasnya areal penanaman petani kecil. Berbekal dari investasi ini dan hasilnya, pada tahun 2012, ACIAR menerbitkan Vanuatu sandalwood – Growers' guide for sandalwood production in Vanuatu (tanaman cendana Vanuatu – Panduan penanam untuk produksi tanaman cendana di Vanuatu). Buku panduan yang asli memberikan panduan yang sangat praktis, dilengkapi informasi penelitian, untuk membangun kebun cendana yang produktif dan dapat dimanfaatkan dengan baik tidak hanya di Vanuatu, tetapi juga di Fiji dan Tonga.

Ketertarikan yang terus berlanjut dan berkembang dalam produksi kayu cendana di luar negara-negara tersebut telah mengarah pada peninjauan kembali dan pembaruan terhadap buku panduan yang pertama, untuk dapat didiseminasikan pada para petani kecil dan penyuluh mereka masing-masing di Indonesia, Timor-Leste, Papua New Guinea dan Australia, serta di Vanuatu, Fiji dan Tonga.

Investasi ACIAR dan perannya sebagai perantara penelitian dan pengembangan kolaboratifnya, serta investasi lebih lanjut untuk memperluas hasil penelitian, akan meningkatkan pasokan tanaman cendana yang berkelanjutan dan meningkatkan pendapatan petani kecil di seluruh kawasan Pasifik.



Andrew Campbell

Chief Executive Officer, ACIAR



Daftar Isi

Kata pengantar	iii
Kontributor	viii
Ucapan terima kasih	x
Akronim dan singkatan	xi
Unit-unit	
1 Pendahuluan	1
1.1 Produk kayu cendana	1
1.2 Pasar kayu cendana	2
2 Spesies cendana	5
2.1 Distribusi dan ukuran	5
2.2 Biologi	6
3 Pembibitan	11
3.1 Produksi bibit	11
3.2 Pengumpulan dan penyimpanan benih	12
3.3 Perkecambahan benih	14
3.4 Penyiapan media	16
3.5 Penumbuhan bibit	20
3.6 Budidaya bibit liar cabutan (wildling)	23
3.7 Konstruksi pembibitan	24
3.8 Pengelolaan pembibitan	26
4 Menyiapkan perkebunan	29
4.1 Pemilihan lokasi	29
4.2 Persiapan lokasi	30
4.3 Tata letak penanaman dan jarak tanaman	30
4.4 Penyemaian langsung	38
4.5 Menanam bibit	39

5	Pemangkasan pohon muda	41
5.1	Pemangkasan formatif	41
5.2	Pemangkasan bentuk	41
5.3	Pemangkasan reduksi kanopi	44
5.4	Pemangkasan perbaikan	44
5.5	Pemangkasan yang benar	46
5.6	Pemangkasan yang salah	46
6	Tanaman Inang	49
6.1	Silvikultur tanaman inang	49
6.2	Jenis tanaman inang	50
6.3	Pilihan inang untuk masing-masing spesies	50
6.4	Tanaman inang pot (inang primer)	52
6.5	Tanaman inang perantara (inang intermediet)	53
6.6	Tanaman inang jangka menengah hingga jangka panjang	57
6.7	Tanaman inang jangka panjang	59
7	Gulma	73
7.1	Pentingnya pengendalian gulma	73
7.2	Pengendalian gulma – pencabutan dan pemangkasan	76
7.3	Persaingan tanaman inang	77
7.4	Persaingan tanaman cendana	77
8	Hama, penyakit, dan masalah produksi lainnya	79
8.1	<i>Phellinus noxius</i>	79
8.2	Bercak hitam daun	81
8.3	Bibit layu, rebah dan mati pucuk	82
8.4	Serangga penghisap getah dan penggundul daun	85
8.5	Masalah inang pot di lapangan	86
8.6	Puru daun	87
8.7	Ulat bulu pemakan daun yang membentuk jaring	88
8.8	Hewan yang merumput dan mencari makan	88
8.9	Predasi buah oleh burung	89
8.10	Genangan air dan/atau permukaan air yang tinggi	90



8.11	Api90
8.12	Topan91
8.13	Sengatan matahari91
8.14	Penebasan kulit pohon92
8.15	Kerusakan karena pemeriksaan kayu teras93
8.16	Busuk kayu teras93
9	Pertumbuhan pohon dan kayu teras, dan sifat kayu teras	95
9.1	Tingkat pertumbuhan pohon95
9.2	Perkembangan kayu teras96
9.3	Sifat kayu teras98
9.4	Referensi	100
10	Pemanenan tanaman cendana dan pengolahan awal	103
10.1	Pemanenan tanaman cendana	103
10.2	Pengolahan awal	105
10.3	Produktivitas	106
10.4	Referensi	106
11	Sistem peringkat produk	109
11.1	Peringkat kayu cendana biasa.	110
11.2	Pengolahan produk sampingan	112
11.3	Peringkat kayu cendana yang belum matang dan cacat.	113
11.4	Kayu teras istimewa (Specialty)	115
11.5	Referensi	115
12	Pengolahan kayu cendana	117
12.1	Produk olahan	118
13	Bacaan lebih lanjut	121
13.1	<i>Santalum album</i>	121
13.2	<i>Santalum austrocaledonicum</i>	121
13.3	<i>Santalum macgregorii</i>	122
13.4	<i>Santalum lanceolatum</i>	122
13.5	<i>Santalum yasi</i>	123

Kontributor

Editor

Tony Page

University of the Sunshine Coast,
Maroochydore, Australia

David Bush

CSIRO Australian Tree Seed Centre, Canberra,
Australia

Luis Almeida

Agricultural Innovations for Communities (Al-
Com), Dili, Timor-Leste

Antonia Alves

Kementerian Pertanian dan Perikanan, Dili,
Timor-Leste

João Boavida

Kementerian Pertanian dan Perikanan, Dili,
Timor-Leste

Waisea Bolatolu

Kementerian Kehutanan, Suva, Fiji

Tony Burridge

Ilmu Hortikultur dan Kehutanan, Departemen
Pertanian dan Perikanan, Australia

David Bush

CSIRO Australian Tree Seed Centre, Canberra,
Australia

Bronwyn Clarke

CSIRO Australian Tree Seed Centre, Canberra,
Australia

Luis da Costa Patrocinio

Kementerian Pertanian dan Perikanan, Dili,
Timor-Leste

Bronwyn Clarke

CSIRO Australian Tree Seed Centre, Canberra,
Australia

Lex Thomson

University of the Sunshine Coast, Maroochydore,
Australia

Sonu Dutt

Kementerian Kehutanan, Suva, Fiji

Sitiveni Hamani

Kementerian Pertanian dan Pangan, Kehutanan
dan Perikanan, Nuku'alofa, Tonga

Lilieek Haryianto

Centre for Forest Biotechnology and Tree
Improvement, Yogyakarta, Indonesia

Maloni Havea

Kementerian Pertanian dan Pangan, Kehutanan
dan Perikanan, Nuku'alofa, Tonga

Jeremias Jose Cristovao

Kementerian Pertanian dan Perikanan, Dili,
Timor-Leste

Phyllis Kamasteia

Departemen Kehutanan, Port Vila, Vanuatu

David Lee

University of the Sunshine Coast, Maroochydore,
Australia

Heimuli Likifau

Kementerian Pertanian dan Pangan, Kehutanan
dan Perikanan, Nuku'alofa, Tonga

Jalesi Mateboto

Divisi Sumber Daya Lahan, The Pacific
Community, Suva, Fiji

Pasimati Motuliki

Kementerian Pertanian dan Pangan, Kehutanan dan Perikanan, Nuku'alofa, Tonga

Yeni Nurchahyani Ratnaningrum

Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Linden Oa

Otorita Kehutanan Papua New Guinea, Port Moresby, Papua New Guinea

Tony Page

University of the Sunshine Coast, Maroochydore, Australia

Ida Pereira

Kementerian Pertanian dan Perikanan, Dili, Timor-Leste

Anto Rimbawanto

Centre for Forest Biotechnology and Tree Improvement, Yogyakarta, Indonesia

Guduru Rome

Otorita Kehutanan Papua New Guinea, Port Moresby, Papua New Guinea

Mario Sacaio

Kementerian Pertanian dan Perikanan, Dili, Timor-Leste

Michael Tabi

Departemen Kehutanan, Port Vila, Vanuatu

Hannington Tate

Organisasi Pangan dan Agrikultur PBB, Port Vila, Vanuatu

Jale Tauraga

Kementerian Kehutanan, Suva, Fiji

Nick Thompson

Apudthama Land Trust, Ipima Ikaya Aboriginal Corporation RNTBC, Injinoo, Australia

Lex Thomson

University of the Sunshine Coast, Maroochydore, Australia

Joseph Tungon

Departemen Kehutanan, Port Vila, Vanuatu

Maria Vilar Moreira

Kementerian Pertanian dan Perikanan, Dili, Timor-Leste

Victor Ximenes

Kementerian Pertanian dan Perikanan, Dili, Timor-Leste

Robert Williams

Agricultural Innovations for Communities (AI-Com), Dili, Timor-Leste

Ucapan terima kasih

Para editor dan penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut yang karyanya telah berkontribusi pada pengetahuan yang disusun dalam dokumen ini:

Vanuatu

Keith Amos, Judy Kalotap, Toufau Kalsakau, Godfrey Bome, Mailing Muru, Ian Serel, Leslie Simeon, James Willie Kalton, Craig Mowatt, David Jake, Jimmy Thomson, David Tadnel, Kalen Abbie, Tom Kalpokas, Jonathan Naupa, Jimmy Mau, Josen Boe, Joe Junior Nakou, Andrew Yawak, Sam Yakar, Remi Kali, David Kalanga, Steven Nilwo, Lee Peterson, John Rungu, Tony Keith, Edmond Julun

Timor-Leste

Adalfredo do Rosario Ferreira, Oscar Fernandes, Agosto Fernandes, Cosme, Domingos Da Costa, Antonia Madadeira, Salvador Soares, Constantinho Hornai, Antonio Gomes, Tito Bernadino, Gaspar da Costa, Abel Barreto, Jose Soares, Salvador P Nunes, Vriciumu de Deus, Mr Domingos Gusmão, Mr Costantino N Hornai, Casimiro dos S Mendes, Orlando Berek, Julião da Silva, Juvensio Magno, Joanico Faria, Mr Mario da Costa, Mr Ubanu Ferreira, Agostinho Belo, Modesto Sarmento

Papua New Guinea

Ruth Turia, Claude Saliu, Wake Yelu, Gedisa Jeffrey, Anton Lata, Sonia Intu, John Popo, Masu Eka, John Hasu, Mark Hasu, Henry Havosa, Alois Fauma, Robert Aburu, Bernard Iburo, Sebara Baina, Lava Mnama, Aire Bulina, Josephine Waine, Javen Evera

Fiji

Sanjana Lal, Sairusi Bulai, Ponijesi Bulai (almarhum), Maika Daveta, Lice Lili, Elina Young, Maika Lesubula, Josefa Matagasau, Ulita Naikemu, Kururita Siva, Salaseini Toma, Noa Vakacegu

Tonga

Leody Vainikolo, Sunia Napa'a, Tevita Faka'osi, Sione Fifita

Australia

John Doran, Grant Pronk, Paul Macdonell, Tim Coakley, Ken Robson, Ben Boxshall

Gambar yang diterbitkan dalam panduan ini merupakan koleksi dari editor kecuali dinyatakan lain.



Akronim dan singkatan

Istilah	Keterangan
2CC	kepingan pemotongan kedua
DBH	diameter setinggi dada
DBHOB	diameter setinggi dada di atas kulit kayu

Satuan

Satuan	Definisi
cm	sentimeter
cm AGL	meter di atas permukaan tanah (meter above ground level)
g	gram
ha	hektar
kg	kilogram
L	liter
m	meter
m ²	meter persegi
m AGL	meter di atas permukaan tanah
m ASL	meter di atas permukaan laut (meter above sea level)
mm	milimeter
ppm	parts per million
t	ton, metrik ton (1.000 kg)
°C	derajat Celcius



1 Pendahuluan

1.1 Produk kayu cendana

Pohon cendana atau sandalwood (*Santalum* spp.) sangat dihargai karena minyak kayu terasnya yang harum (Gambar 1.1) dan diakui sebagai salah satu hasil hutan bukan kayu replace with (HHBK) yang paling berharga. Minyaknya telah digunakan selama berabad-abad untuk tujuan agama dan adat, dan sekarang digunakan secara internasional untuk kosmetik, aromaterapi, pengharum sabun, wewangian dan obat-obatan.

Kayu teras yang mengandung minyak juga digunakan untuk ukiran untuk hiasan atau perangkat upacara, atau dijadikan bubuk untuk pembuatan dupa (Gambar 1.2), yang dihargai sangat tinggi di pasar dupa (agarbatti) internasional.



Gambar 1.1 Minyak kayu teras Cendana

Foto: Tony Page

1.2 Pasar kayu cendana

Sejak tahun 1400-an, ketika pedagang China dan Arab mulai mengunjungi Timor dan pulau-pulau sekitarnya, telah terjadi perdagangan kayu cendana di kawasan Pasifik. Saat rute perdagangan baru dibuka, perdagangan ini menyebar ke pulau-pulau Pasifik lainnya termasuk Hawaii, Fiji, Polinesia Prancis, Kaledonia Baru, Vanuatu, dan Tonga. Fluktuasi perdagangan ini naik dan turun seiring tersedianya kayu cendana. Namun populasi cendana dapat pulih sampai batas tertentu, pada saat perdagangan menurun. Ketertarikan menanam maupun mengembangkan cendana baik untuk alasan budaya dan komersial telah meningkat di kepulauan Pasifik akhir-akhir ini. Di Vanuatu, industri komersial sederhana telah beroperasi secara konsisten sejak tahun 1970-an, dengan kuota tahunan sekitar 80 ton. Dalam beberapa dekade terakhir, jumlah total kayu teras yang diekspor dari Fiji dan Tonga telah mencapai <100 t/tahun. Di Timor-Leste, ekspor kayu cendana telah dilarang sejak 2012 dalam upaya memulihkan populasi liar; tetapi, masih ada beberapa perdagangan pasar gelap. Ekspor cendana dari Papua New Guinea melonjak antara tahun 1997 dan 2002, ketika rata-rata ~36 ton diekspor setiap tahun. Baru-baru ini (2013–2018), panen tahunan berkisar antara <1 hingga 5 ton, kecuali pada tahun 2019 saat 20 ton diekspor.



Kayu cendana atau sandalwood ini digunakan terutama di India, China, Taiwan, Hong Kong dan Timur Tengah, dengan pasar besar di Eropa, Jepang, Korea Selatan, Amerika Utara dan tempat-tempat lain. Tingginya permintaan produk kayu cendana dan rendahnya tingkat produksi komersial dari pohon ini telah mengakibatkan penurunan tajam terhadap pasokan alami dari banyak spesies kayu cendana. Oleh karena itu, harga internasional untuk kayu cendana secara konsisten meningkat selama beberapa dekade terakhir. Namun, harga produk ini tergantung pada kualitasnya. Hingga baru-baru ini, harga yang dibayarkan kepada penduduk desa di Vanuatu untuk 1 kg kayu teras telah meningkat 10% per tahun sejak tahun 1990. Harga kayu cendana di Vanuatu saat ini dipengaruhi oleh rendahnya kualitas produk yang tersedia. Pada saat ini, setelah penanaman terbaru telah tumbuh dewasa dan mengembangkan kayu teras yang memenuhi syarat panen, harganya diperkirakan akan naik lagi.



Gambar 1.2 Ukiran hias besar dari kayu cendana (halaman kiri) dan wadah bakar dupa di kuil (atas)

Foto: Tony Page



2 Spesies cendana

2.1 Distribusi dan ukuran

Ukuran pohon cendana bervariasi, antara lain tergantung pada spesies tanaman cendana dan lokasi penanamannya.

Santalum album

Jenis cendana India ini merupakan semak atau pohon yang kecil, tingginya antara 4 dan 10 m. Terdapat di daerah tropis kering musiman di India selatan; Srilanka; Indonesia (Aceh di barat laut Sumatera, Kepulauan Sunda Kecil atau Nusa Tenggara seperti Bali, Timor dan Sumba, serta sebagian Jawa); Timor-Leste; dan pesisir pantai utara Northern Territory, Australia.

Santalum austrocaledonicum

Tanaman cendana di Vanuatu dan Kaledonia Baru ini merupakan pohon yang kecil (tinggi 5–10 m) yang tumbuh secara alami di pantai barat Santo, Malekula barat, Efate barat laut, Erromango, Tanna, Aniwa, Futuna dan Aneityum, Vanuatu; dan Grande-Terre, Pulau Pines dan Kepulauan Loyalty, Kaledonia Baru.

Santalum lanceolatum

Tanaman cendana utara ini merupakan semak atau pohon kecil yang tumbuh hingga setinggi 8 m. Spesies tropis ini hidup di bagian utara Australia (garis lintang utara 20°), di Queensland, Northern Territory, dan Western Australia.

Santalum macgregorii

Tanaman cendana Papua New Guinea ini merupakan pohon berukuran sedang yang tingginya biasanya kurang dari 8 m tetapi dapat tumbuh hingga setinggi 20 m dan berdiameter 25 cm. Pohon ini tumbuh alami di Papua New Guinea, terjadi di provinsi Tengah dan Teluk dari dekat permukaan laut hingga 750 mASL. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa beberapa populasi cendana di Provinsi Barat, Papua New Guinea, dahulu dianggap sebagai *S. macgregorii* sebenarnya adalah *S. lanceolatum*, atau lebih dekat hubungannya dengan *S. lanceolatum*.

Santalum yasi

Cendana Fiji, Tonga dan Niue berbentuk semak atau pohon kecil setinggi 9 m dengan tajuk yang ringan dan menyebar. Spesies ini terdapat di Niue hingga 'Eua, Tongatapu, Ha'apai, Vava'u dan Niuas (Tonga) dan Kepulauan Fiji (Kepulauan Lau, hingga provinsi Bua dan Macuata (Vanua Levu), Semenanjung Udu (timur laut Vanua Levu), Dataran Tinggi Nausori (Viti Levu barat) dan Kadavu.

2.2 Biologi

Spesies cendana adalah hemiparasit obligat, yang berarti meskipun tumbuhan tersebut dapat berfotosintesis, namun mereka harus tumbuh bersama jenis lain untuk bertahan hidup. Akar cendana hanya dapat menyerap unsur hara mikro, namun tidak dapat menyerap unsur hara makro seperti N, P dan K. Oleh karena itu, akar cendana memiliki pertumbuhan khusus (haustoria) yang menembus akar pohon dan semak terdekat untuk menyerap air dan nutrisi darinya (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Hubungan haustorial akar cendana (kiri) dan penampang haustoria yang menembus akar inang (kanan)

Foto: Tony Page

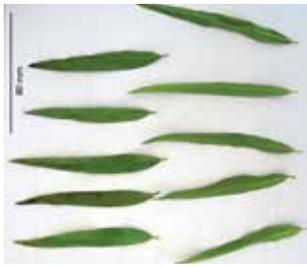
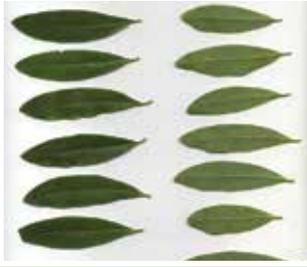
Saat pertama kali menumbuhkan bibit dari kecambah cendana, perlu ditanam tanaman inang bersama dengan kecambah cendana dalam kantong plastik (inang pot atau inang primer). Setelah semai cendana ini dipindahkan ke lapangan, tanaman inang juga perlu ditanam di antara pohon cendana di lahan, guna menyediakan nutrisi dan mendorong pertumbuhan tanaman cendana yang kuat. Inang yang ditanam di lapangan dapat berupa inang intermediet, inang jangka menengah maupun inang jangka panjang.

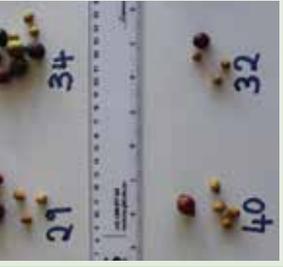
Tanaman Cendana Pasifik

Tanaman cendana ini menunjukkan habitus dan fitur pertumbuhan yang berbeda di seluruh rentang geografisnya (Tabel 2.1):

- **Habitus** – habitus atau karakteristik pertumbuhan tanaman cendana dipengaruhi oleh lingkungan tempatnya tumbuh. Pohon yang tumbuh pada area terbuka cenderung memiliki batang yang pendek, bengkok dan bercabang dengan tajuk yang menyebar. Pohon yang tumbuh di hutan dan posisi terlindung biasanya akan mengembangkan batang yang lebih panjang dan lurus dengan tajuk yang lebih sempit dan cabang yang lebih sedikit.
- **Kulit kayu** – Kulit kayu bervariasi dari halus hingga kasar dan pecah-pecah, abu-abu hingga coklat kemerahan hingga hampir hitam di beberapa *S. album*, seringkali dengan lumut pada pohon yang lebih tua.
- **Daun** – Daun berkisar dari hampir linier di beberapa *S. yasi* hingga oval atau lanset lebar di *S. album*. Daun biasanya lebih sempit pada bibit, dan melebar seiring bertambahnya usia. Daun spesies cendana Pasifik sebagian besar memiliki warna yang berbeda dengan bagian atas berwarna hijau gelap mengkilap dan permukaan bawah berwarna hijau muda kusam. Daun *S. lanceolatum* memiliki warna yang sama di kedua sisinya atau sedikit berubah warna dan seringkali sedikit keabu-abuan (biru atau hijau keabu-abuan, atau ditutupi dengan lapisan lilin keabu-abuan). Posisi tanam, jenis tanah dan jumlah naungan dapat sangat mempengaruhi warna daun. Cendana (terutama *S. yasi*) yang tumbuh di tempat terbuka, tempat yang cerah dengan inang yang tidak memadai, memiliki daun yang lebih kuning muda.
- **Bunga** – Tanaman cendana memiliki bagian bunga yang kecil berwarna putih kehijauan hingga krem (tepala) yang berubah menjadi merah muda terang hingga merah tua pada saat menua (kecuali untuk *S. austrocaledonicum* dan *S. lanceolatum*, yang bunganya tetap putih kehijauan hingga krem hingga dewasa). Bunga-bunga ini tumbuh pada cabang dan berbunga dua kali setiap tahun. Pada *S. austrocaledonicum*, *S. lanceolatum* dan *S. macgregorii*, masing-masing bunga biasanya mekar pada pagi hari dan layu pada sore hari berikutnya. Pada *S. album* dan *S. yasi*, bunganya dapat tetap mekar selama beberapa hari dan tidak layu sebelum membentuk buah atau rontok.
- **Buah** – Saat muda buahnya keras dan berwarna hijau, merah saat masak, dan hitam keunguan saat matang. Setiap buah berisi satu biji yang ditutupi dengan daging yang berair dan memiliki goresan di bagian atas tepal.
- **Biji** – Bijinya ditutupi oleh testa yang keras (berkayu) dan mengandung kernel berwarna putih yang dapat lengket saat disentuh. Diameter biji berkisar dari sekitar 9 hingga 15 mm. Permukaan luarnya halus atau sedikit bertekstur, dan berwarna coklat muda.
- **Kayu** – Warna kayu teras bagian dalam bervariasi dari kuning hingga merah atau cokelat kemerahan, dan kayu gubal bagian luar berwarna kuning pucat hingga putih. Kayu teras kaya akan minyak yang sangat aromatik dan bernilai komersial.

Tabel 2.1 Perbandingan berbagai habitus tumbuh dan ciri spesies Santalum

	<i>Santalum yasi</i>	<i>Santalum macgregorii</i>	<i>Santalum lanceolatum</i>	<i>Santalum austro-caledonicum</i>	<i>Santalum album</i>
Habitus					
Kulit pohon					
Daun					

Bunga	<p><i>Santalum yasi</i></p>  	
Buah	<p><i>Santalum macgregorii</i></p>  	
Biji	<p><i>Santalum lanceolatum</i></p>  	
	<p><i>Santalum austro-caledonicum</i></p>  	
	<p><i>Santalum album</i></p>  	



3 Pembibitan

3.1 Produksi bibit

Ada berbagai cara agar petani dapat menghasilkan tanaman untuk membangun perkebunan:

1. menanam biji dan membuat bibit di pembibitan
2. memindahkan bibit (dari cabutan tanaman liar atau *wildling*) dari tempat tumbuhnya ke lokasi lain
3. menanam biji di tanah (penyemaian langsung)
4. menggunakan stek.

Benih dari pindah tanam cabutan tumbuhan liar (*wildling*) mungkin tidak sebaik benih yang ditanam dari materi genetik yang lebih baik. Petani perlu bertanya kepada penyuluh cendana setempat atau staf pertanian/kehutanan pemerintah mengenai ketersediaan biji atau benih yang lebih baik. Menanam stek itu cukup sulit, terutama bagi petani yang tidak berpengalaman dengan dasar-dasar penyiapan pembenihan. Penyemaian langsung dengan menanam biji ke dalam tanah biasanya dapat berhasil dengan baik, tetapi dijumpai beberapa masalah seperti gangguan perkecambahan, hama (misalnya tikus), tidak terpenuhinya kebutuhan penyiangan intensif, serta tidak adanya jarak tanam yang konsisten.

Cara yang sangat umum untuk membuat tanaman cendana baru adalah dengan menyemai biji di media perkecambahan kemudian memindahkan dan membesarkan bibit di dalam kantong plastik media tanam. Bibit dalam kantong plastik biasanya ditanam bersama tanaman inang pot di pembibitan (Gambar 3.1) dan kemudian dipindahkan ke lahan selama musim hujan (sebaiknya awal musim hujan).

Gambar 3.1 (foto di halaman depan) Pembibitan produksi, Timor-Leste

Foto: Luis Almeida

3.2 Pengumpulan dan penyimpanan benih

Pengumpulan dan penyiapan benih

1. Pemetikan



Petik buah matang dari pohonnya dan kumpulkan buah yang baru saja jatuh ke tanah. Buah matang lunak, berkilau dan berwarna ungu hingga hitam. Buah yang belum matang keras, kusam dan berwarna hijau. Jangan mengumpulkan biji dari buah yang hijau karena tidak akan dapat hidup. Buah apa pun yang menunjukkan warna kemerahan boleh dikumpulkan, tetapi lebih sulit diproses jika agak belum matang.



2. Rendam



Rendam buah matang dalam ember berisi air semalaman (sekitar 12 jam) untuk melunakkan daging buah.

3. Bersihkan



Gosokkan buah yang sudah direndam di antara telapak tangan untuk menghilangkan daging dari bijinya. Bilas biji dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran

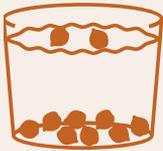
Daging



Biji



4. Apungkan



Tempatkan biji dalam ember berisi air. Buang biji yang mengapung, karena sebagian besar tidak dapat hidup. Biji yang tidak baik mudah pecah ketika ditekan di antara ibu jari dan telunjuk dan memiliki kernel kecil yang menyusut dari cangkangnya. Biji yang baik memiliki kernel yang mengisi cangkang dan tenggelam dalam air.

Kumpulkan biji yang tenggelam, karena siap ditanamkan.



5. Pengeringan



Jemur biji yang sudah dibersihkan pada permukaan datar di tempat yang hangat dan kering, tetapi jangan di bawah sinar matahari langsung karena dapat menyebabkan panas berlebih dan mematikan biji.

6. Simpan



Simpan biji kering di dalam belacu atau kantong kertas yang bersih, di tempat yang sejuk dan kering, jauh dari tikus. Biji yang disimpan seperti ini dapat bertahan hingga 6 bulan, tetapi harus dijual atau digunakan sesegera mungkin.

Biji kering yang disimpan dalam wadah tertutup dalam lemari es (2–4 °C) dapat bertahan lebih dari 1 tahun.

Biji yang disimpan dalam kantong plastik akan berkeringat dan membusuk jika tidak dikeringkan dengan baik sebelum disimpan. Di Timor-Leste, petani memasarkan dan menyimpan biji kering mereka dalam botol plastik, dilubangi dengan banyak lubang untuk ventilasi, hingga 3 bulan.



7. Pengangkutan



Jaga agar biji tetap dingin dan kering selama pengangkutan. Jika mengirim biji dalam kemasan, taruh tas belacu di dalam kotak dan kemas dengan kertas yang sudah dipotong-potong menjadi serpihan agar biji tidak menjadi terlalu panas selama perjalanan.

Gambar 3.2 Metode pengumpulan dan penyiapan biji untuk penyimpanan dan pengangkutan

Penting untuk menggunakan biji yang berkualitas baik karena akan menghasilkan bibit yang kuat dan sehat. Gunakan metode dasar penyiapan biji yang diuraikan dalam Gambar 3.2.

Pembersihan biji merupakan kegiatan yang penting, terutama jika biji akan disimpan untuk waktu yang lama (Gambar 3.3). Umur simpan biji dipersingkat jika masih mempertahankan sebagian dagingnya, karena daging dan gula yang terkandung di dalamnya menyediakan sumber energi bagi mikroorganisme seperti kapang dan cendawan lainnya. Perhatian khusus juga harus diberikan untuk mengeringkan biji dengan benar, yang juga penting untuk penyimpanan. Ketika kelembapan menumpuk selama penyimpanan, hal ini dapat mendorong perkecambahan yang tidak diinginkan dan/atau pertumbuhan kapang dan fungi, yang sangat mengurangi viabilitas (kelangsungan hidup) biji (Gambar 3.4). Di Timor-Leste, biji kering terkadang dijual dan disimpan dalam waktu singkat, hingga 3 bulan, dalam botol plastik dengan banyak lubang untuk ventilasi (Gambar 3.5).



Gambar 3.3 Biji yang semakin bersih dari kiri ke kanan



Gambar 3.4 (atas) Biji yang disimpan dengan buruk menciptakan kondisi untuk pertumbuhan jamur, yang akan mengakibatkan hilangnya viabilitas biji dengan cepat

Gambar 3.5 (kanan) Biji kering disimpan dalam botol plastik dengan lubang ventilasi



Foto: Luis Almeida

3.3 Perkecambahan benih

Benih berkecambah paling baik jika ditanam di media dengan drainase yang lancar seperti campuran 2:1 antara pasir sungai dan tanah (Gambar 3.6). Serbuk gergaji yang dikomposkan juga merupakan media perkecambahan yang sangat baik.

Gambar 3.6 Benih berkecambah (atas) dan benih siap pindah ke kantong plastik (bawah)



Biji cendana yang baik biasanya membutuhkan waktu beberapa bulan untuk perkecambahan lengkap dari seluruh biji dalam satu lot bibit. Hal ini karena tingkat dormansi antar biji bervariasi. Ini dapat menjadi keuntungan jika hanya ada satu orang yang harus mengelola operasional pembibitan karena hanya akan ada sejumlah kecil bibit yang harus ditangani, pada satu waktu, untuk setiap aktivitas (misalnya memasukkan bibit ke pot, menyortir, dan pengerasan batang). Namun demikian, terdapat kerugian seperti variasi besar dalam hal ukuran bibit di pembibitan, perlunya perhatian yang cermat terhadap pemilahan bibit (berdasarkan ukuran), dan pengelolaan naungan serta pengerasan batang yang bervariasi antar kelompok bibit.

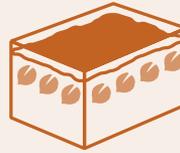
Benih yang berkecambah

1. Toreh



'Toreh' cangkang benih untuk membuka kernel. Biji yang ditoreh mulai berkecambah setelah 2 minggu, sedangkan biji yang tidak ditoreh memerlukan 6 minggu untuk berkecambah.

2. Tabur



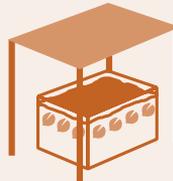
Tabur benih dalam baki atau pot pembibitan, tepat (5–10 mm) di bawah permukaan media agar benih tidak saling bersentuhan.

3. Air



Jaga agar media tetap lembap tetapi tidak basah. Selama musim hujan, baki mungkin perlu dilindungi dari air hujan.

4. Lindungi



Lindungi bibit yang berkecambah dari sinar matahari penuh dan serangan tikus dan burung.

Gambar 3.7 Cara perkecambahan benih

Ada dua metode utama yang digunakan untuk membantu perkecambahan secara simultan:

1. Penggunaan penorehan pada kulit biji (seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.7) untuk jumlah biji yang sedikit.
2. Perlakuan dengan asam giberelat untuk jumlah biji yang tinggi. Biji cendana dapat direndam semalaman dalam larutan asam giberelat dengan tingkatan 0,1 sampai 0,25 g/L bahan aktif (100 sampai 250 ppm). Dalam beberapa percobaan, periode perendaman yang lebih lama, hingga 48 jam, dalam larutan yang lebih kuat (500 ppm) telah memberikan hasil yang lebih baik, tetapi waktu perendaman yang lebih lama mengharuskan biji diaduk secara teratur untuk mengoksigenasi larutan dan menghindari kerusakan biji. Jika tersedia, Anda juga dapat menggunakan aerator tangki ikan alih-alih mengaduk larutan secara manual.

Variasi dalam kapasitas penyimpanan biji telah teramati pada tanaman cendana (misalnya *S. austrocaledonicum* dari Kepulauan Loyalty ternyata tidak dapat disimpan dengan baik sedangkan provenan *S. austrocaledonicum* lainnya dapat disimpan seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.2). Sebagai aturan, biji Santalum paling baik ditabur segar, karena penyimpanan jangka menengah berisiko dan dapat mengakibatkan hilangnya viabilitas.

3.4 Penyiapan media

Kualitas bibit cendana sangat dipengaruhi oleh kualitas media tanam dan cara pemindahan bibit dari baki perkecambahan ke kantong plastik (menyiapkan dalam pot). Pentingnya langkah-langkah ini tidak boleh diremehkan dan ketekunan dalam mengikuti praktik yang baik di pembibitan akan terbukti dengan pertumbuhan yang kuat di lapangan selama bertahun-tahun yang akan datang.

3.4.1 Komponen media tanam

Media pot yang baik harus mengandung semua sifat yang diperlukan untuk pertumbuhan dalam volume kecil. Konsekuensinya, media pot harus sedikit berbeda dari tanah kebun (Gambar 3.8). Tiga komponen utama yang diperlukan untuk pertumbuhan bibit adalah:

1. tanah lapisan atas lempung berkualitas baik
 - memasok nutrisi penting untuk pertumbuhan bibit
 - mempengaruhi kapasitas menahan air
2. partikel drainase
 - berasal dari agregat yang lebih besar (berbentuk butiran), biasanya pasir
 - memungkinkan media mengering setelah hujan dan penyiraman
 - meningkatkan udara dalam media, memungkinkan akar untuk bernafas dan tidak tergenang air
3. bahan organik
 - berasal dari bahan tanaman yang **dikomposkan dengan baik** – sabut kelapa, sekam padi, sampah taman, buah kakao, perkamen kopi, serbuk gergaji, serpihan kayu, dll.
 - meningkatkan kapasitas menahan air
 - mengandung mikroorganisme sehat (untuk mencegah penyakit yang ditularkan melalui tanah)
 - meningkatkan retensi nutrisi.

Tanah untuk media pot



Tanah liat yang berat harus dihindari untuk media pot.



Tanah liat ringan dapat digunakan untuk media pot jika ditambahkan pasir dan bahan organik.



Tanah lempung dapat digunakan tanpa menambahkan pasir tetapi dengan menambah bahan organik.

Gambar 3.8 Penggunaan tanah yang berbeda untuk media pot

Bibit cendana hidup dengan baik dalam campuran dengan drainase yang lancar yang terdiri dari:

- 2 bagian tanah lempung lapisan atas (nutrisi)
- 1 bagian pasir (partikel drainase)
- 1 bagian sabut kelapa (bahan organik).

3.4.2 Pasir

Pasir dapat bersumber dari aliran air tawar yang bersih. Pasir adalah komponen penting untuk mendorong drainase yang baik pada media pot.

Pasir dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran butirannya:

- halus (butiran kecil)
- sedang (butiran sedang)
- kasar (berbutir besar)..

Pasir dari pantai pesisir (berair asin) harus dihindari. Jika itu satu-satunya sumber pasir Anda, maka dapat digunakan asalkan benar-benar 'dicuci' dengan air bersih sebelum digunakan.

3.4.3 Mensterilkan tanah dan pasir

Tanah lapisan atas (*topsoil*) dan pasir dapat mengandung hama dan penyakit, terutama bila mediana tidak memiliki pengeringan bebas. Jika memungkinkan, kumpulkan dari sumber yang diketahui bebas penyakit. Jika tidak yakin, tanah lapisan atas dan pasir perlu disterilkan dengan panas untuk membunuh hama dan penyakit (dan benih gulma). Sterilisasi dapat dilakukan dalam wajan drum baja dengan api berintensitas kecil (Gambar 3.9).

Tanah dan pasir ini perlu dibalik secara teratur untuk pemerataan panas selama 1 jam. Tanah juga dapat diapit dengan plastik hitam dan dibiarkan di bawah sinar matahari (dipanaskan) untuk mencapai sterilisasi (lihat Bagian 3.8.1).



Gambar 3.9 Sterilisasi tanah dan pasir dalam wajan drum baja

Foto: David Spencer

3.4.4 Bahan organik

Semua bahan organik perlu dikomposkan sebelum digunakan. Pengomposan memecah bahan organik segar untuk melepaskan nutrisinya dan memperbaiki strukturnya. Pengomposan melibatkan penumpukan dan pembalikan bahan organik dan menunggu (berminggu-minggu hingga berbulan-bulan) sampai terurai. Bahan organik yang cocok antara lain serbuk gergaji, buah kakao, sabut kelapa, sekam padi, perkamen kopi, kulit kacang tanah, potongan rumput, daun tanaman, limbah sayuran, kotoran hewan, dll. Sabut kelapa tua dapat diparut dan langsung digunakan, tidak perlu dikomposkan terlebih dahulu (Gambar 3.10).



Gambar 3.10 Sabut kelapa tua dapat diparut dan langsung digunakan

3.4.5 Pencampuran dan perbandingan

Berbagai komponen yang berbeda dari media tanam harus dicampur dengan baik sebelum digunakan. Rasio dari tanah, pasir, dan bahan organik harus bervariasi untuk memastikan campuran yang berkualitas baik, memiliki campuran dengan drainase yang lancar, sesuai dengan sifat tanah dan pasirnya (Gambar 3.11).

Pencampuran dan penyesuaian rasio

Tanah, pasir dan bahan organik harus dicampur dengan baik sebelum digunakan. Rasio pencampuran dapat disesuaikan dengan sifat tanah dan pasir.

- Jika menggunakan tanah yang lebih berat, tambahkan lebih banyak pasir
- Jika pasirnya kasar, maka jumlah yang boleh ditambahkan lebih sedikit
- Jika tanah sudah berpasir, maka tidak perlu menambahkan pasir, tetapi perbanyak penambahan bahan organik



Gambar 3.11 Rasio pencampuran tanah, pasir dan bahan organik

Di Timor-Leste, tersedia tanah lapisan atas berkualitas baik, mereka menggunakan ini daripada membuat campuran. Saat menggunakan tanah lapisan atas, sangat penting untuk memiliki 'kualitas yang baik', memiliki sifat yang dijelaskan di atas dan telah disterilkan.

3.5 Penumbuhan bibit

Bibit siap dipindahkan ke dalam kantong plastik setelah tumbuh dua daun sejati (Gambar 3.12).

Penumbuhan bibit

Bibit cendana siap dipindahkan dari baki perkecambahan ke dalam pot ketika sudah mencapai tahap memiliki 2-5 set daun. Pada baki perkecambahan yang dangkal (50 mm), bibit perlu dipindah ke kantong pada atau sebelum tahap daun ketiga, karena setelah itu pertumbuhan akar akan mencapai bagian bawah baki, sehingga akar dapat berubah bentuk menjadi menggulung, terpuntir, atau bahkan patah. Pada baki perkecambahan yang lebih dalam (>50 mm), bibit hingga tahap daun kelima dapat dengan mudah dipindahkan tanpa merusak akar.

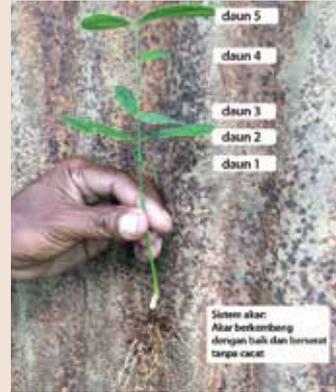
Dalam beberapa operasi pembibitan, semua bibit di dalam baki perkecambahan dapat dipindah ke pot ketika sebagian besar bibit memenuhi kriteria di atas. Ini berarti bahwa beberapa bibit mungkin hanya memiliki 1-2 helai daun. Penting agar bibit dipilah menurut ukuran setelah dipindahkan ke dalam pot. Bibit yang lebih kecil membutuhkan waktu lebih lama di bawah naungan 50% (seperti dijelaskan di bawah).

Bibit yang terlalu lama dibiarkan di baki perkecambahan akan merusak sistem akar (lingkaran merah) dan mempunyai tingkat nutrisi serta kekuatan yang rendah. Bibit ini biasanya tidak akan berkembang menjadi tanaman yang kuat dan sebaiknya disingkirkan sebelum ditanam. Untuk tanaman cendana, bibit ini hampir tidak akan pernah menghasilkan pohon komersial dan tidak akan menghasilkan uang bagi petani.

Beberapa bibit di baki perkecambahan memiliki kekuatan rendah dan harus dimusnahkan sebelum bibit lainnya yang terseleksi dimasukkan ke pot. Lingkaran merah pada gambar menyorot bibit berkekuatan rendah yang seharusnya dibuang pada saat bibit lainnya dipindahkan ke pot. Untuk tanaman cendana, bibit ini hampir tidak akan menghasilkan pohon yang komersial dan tidak akan menghasilkan uang bagi petani.

Angkat bibit dari bawah akar dengan menggunakan tongkat kecil hingga akar lepas dari media tanam. Harus diperhatikan agar tidak merusak atau mematahkan sistem akar.

Isi kantong dengan media tanam hingga sekitar dua pertiga hingga tiga perempat penuh. Sisa ruang di bagian atas kantong akan memungkinkan bibit untuk ditanam. Buat lekukan kecil pada media pot dengan jari, dengan ukuran yang lebih panjang dari akar, untuk menampung akar pada bibit.



Letakkan bibit cendana di bagian atas kantong. Penting agar sistem akar tidak berubah bentuk. Masalah yang paling sering terjadi adalah pembengkokan akar primer ke atas atau di sekitar batang, menyebabkan bibit menjadi 'berakar-j' atau 'terbelit'. Bibit dengan kelainan bentuk ini tidak akan tumbuh dengan baik (atau menghasilkan uang) di pembibitan atau setelah ditanam di lapangan.



Isi sisa ruang dalam kantong dengan media pot sampai akar bibit cendana tertutup, dan permukaan media sejajar dengan leher akar (persambungan antara akar dan tunas).



Pusatkan bibit cendana di dalam kantong dan tekan perlahan media pot ke bawah dengan jari. Sebagai alternatif, kantong dapat diangkat dan alasnya 'diketuk ringan' dengan telapak tangan yang lain untuk mengendapkan media pot. Hal ini akan memastikan tidak terlalu banyak celah udara di dalam media pot.



Setiap ruang yang tersisa harus diisi dengan media pot. Perhatikan bahwa bibit ini hanya memiliki dua pasang daun dan oleh karena itu perlu dikelompokkan dengan bibit kecil lainnya dan dibiarkan tumbuh di bawah naungan 50% selama 3–5 minggu (lihat Bagian 3.5.2 tentang proses pengerasan batang bibit).



Media pot ditekan sedikit lagi dengan jari-jari Anda untuk memadatkan media di sekitar bibit cendana dan menghilangkan rongga-rongga udara yang besar.



Bibit cendana harus disirami dengan baik dan diletakkan di bedeng pembibitan di bawah naungan (idealnya di bawah penutup di zona lembap). Kantong harus ditopang agar tidak jatuh. Idealnya media pada bedeng pembibitan harus memiliki drainase yang baik (seperti kerikil atau batu halus) untuk memungkinkan air mengalir melalui kantong dan mengalir keluar sehingga tidak memenuhi kantong.



Gambar 3.12 Menanam dan menanam bibit di pot

3.5.1 Menanam inang pot

Inang dalam pot, misalnya stek batang *Alternanthera* (lihat Bagian 6.4), harus ditanam setelah cendana berada pada tahap 4–6 daun. Gambar 3.13 menunjukkan efek menguntungkan dari penanaman inang pot tepat waktu. Jika inang pot ditanam terlalu dini, maka inang tersebut akan tumbuh dengan cepat dan melampaui bibit cendana muda, menyebabkan pertumbuhan terhambat dan kematian tanaman cendana. Jika inang pot terlambat ditanam, tanaman cendana bisa tumbuh lambat.



Gambar 3.13 Bibit cendana menunjukkan pengaruh penanaman inang pot terhadap laju pertumbuhan. Di sebelah kiri adalah bibit tanpa inang pot, sedangkan di sebelah kanan digunakan inang pot

3.5.2 Pengerasan bibit

Setelah bibit mencapai tahap 10–12 daun, perlu dipindahkan secara progresif ke area dengan tingkat cahaya yang lebih tinggi untuk 'pengerasan bibit' atau menyesuakannya dengan kondisi di lapangan. Bibit tahap ini harus memiliki naungan 50% pada bulan pertama, kemudian naungan 25% untuk bulan berikutnya, dan kemudian satu hingga beberapa bulan di bawah sinar matahari penuh sebelum ditanam di lapangan. Bibit yang ditransplantasikan langsung dari tempat teduh ke posisi matahari penuh di lapangan biasanya memiliki kelangsungan hidup yang buruk.

Bibit siap ditanam di lapangan saat menunjukkan setidaknya dua tanda-tanda berikut (Gambar 3.14):

- Bibit tumbuh secara aktif, dengan tunas-tunas baru, dan memiliki daun berwarna hijau tua
- Bagian bawah batang agak berkayu (berubah dari hijau menjadi coklat).
- Tinggi bibit sekitar 20–30 cm.
- Bibit memiliki cabang-cabang kecil yang berkembang pada pertemuan daun dan batang utama.
- Beberapa akar kecil terlihat melalui lubang di bagian bawah kantong.



Gambar 3.14 Bibit siap tanam di lapangan

3.6 Budidaya bibit liar cabutan (*wildling*)

Bibit yang berkecambah secara alami di bawah pohon cendana yang sudah ada dapat dikumpulkan dan ditransplantasikan ke pembibitan atau lokasi lain (bibit seperti ini disebut cabutan atau bibit liar (*wildling*)) (Gambar 3.15). Ini adalah metode sederhana untuk membuat tegakan cendana baru:

- Pilih pohon cendana yang sedang berbuah atau diketahui berbuah lebat.
- Bersihkan semua tumbuhan bawah dari bawah kanopi pohon cendana terpilih.
- Gemburkan tanah di area yang terbuka dengan menggali dangkal atau mengolah hanya 5 cm lapisan tanah bagian atas sebelum buah gugur. Wildling akan mulai berkecambah di sekitar area budidaya sekitar 1–2 bulan setelah buah jatuh ke tanah.
- Sirami areal yang dibudidayakan selama periode kering, jika memungkinkan, atau setelah tunas dari bibit pertama tumbuh dan menembus permukaan tanah.
- Jaga area budidaya agar terbebas dari gulma yang tumbuh kembali.
- Pindahkan bibit saat tingginya sekitar 10 cm dengan menggali bibit dari bawah secara hati-hati, usahakan agar tidak mengganggu atau merusak terlalu banyak akar.
- Segera pindahkan bibit ke kantong atau lokasi lain, seperti perkebunan cendana.
- Sirami bibit dengan baik setelah pindah tanam.



Gambar 3.15 Wildling diangkat dengan hati-hati dari tanah (kiri) dan bibit wildling siap untuk dipindahkan (kanan)

3.7 Konstruksi pembibitan

Pembibitan tanaman adalah tempat yang digunakan untuk menumbuhkan bibit untuk ditanam di lokasi lain. Pembibitan dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, tetapi pembibitan cendana berkualitas baik dapat diproduksi di pembibitan dasar, asalkan dalam posisi terlindung dengan cahaya alami yang cukup dan air bersih yang dapat diakses, serta menggunakan media kaya nutrisi dan memiliki drainase yang lancar (Gambar 3.16).



Gambar 3.16 Pembibitan cendana produksi di Timor-Leste (kiri) dan pembibitan cendana sederhana atau skala kecil di Papua New Guinea (kanan)

Gambar pada Gambar 3.17 menunjukkan contoh pembibitan cendana yang berbeda:

1. rumah kaca yang terbuat dari kayu dan lembaran plastik, yang berguna di daerah dingin untuk menjaga bibit tetap hangat
2. bedeng pembibitan dengan daun kelapa di atas rangka kayu untuk naungan
3. bedeng pembibitan dengan pohon *Gliricidia* yang ditanam teratur untuk menjadi naungan
4. bangku pembibitan kayu gergajian yang ditinggikan dengan kain naungan 50%.
5. bedeng tanpa naungan, digunakan untuk proses pengerasan bibit sebelum ditanam
6. bedeng pembibitan dengan kain peneduh 20% pada rangka kayu
7. bibit dalam karung beras 1 kg di atas bangku kayu yang ditinggikan dengan naungan alami.



Gambar 3.17 Contoh berbagai pembibitan cendana

3.8 Pengelolaan pembibitan

Selain pengelolaan bibit dengan inang pot yang tepat dan proses pengerasan bibit secara progresif, perhatian terhadap kebersihan, penyiapan media tanam, drainase, serta pengaturan penyiraman dan pemupukan yang tepat akan memberikan hasil yang baik.

3.8.1 Kebersihan

Kebersihan yang baik di pembibitan dapat memastikan perkembangan bibit yang sehat. Kuncinya adalah menjaga pembibitan bebas dari sisa-sisa tanaman (misalnya pangkasan, daun rontok, bibit mati), sehingga dapat membatasi potensi berkembangnya penyakit. Banyak masalah yang tidak dapat dijelaskan di pembibitan dapat dikaitkan dengan penyakit yang disebabkan oleh jamur dan bakteri yang tidak terlihat. Mensterilkan media tumbuh dapat membantu mencegah penyakit yang dibawa oleh tanah (lihat Bagian 3.4.3). Media dapat disterilkan dengan memanaskannya di atas api dalam drum baja atau mengapitnya dengan plastik hitam dan menjemurnya di bawah sinar matahari selama sehari (Gambar 3.18).



Gambar 3.18 Sterilisasi media dengan menggunakan plastik hitam dan panas matahari (kiri) dan dengan memanaskan di atas api dalam drum baja (kanan)

Foto: (kiri) Ken Robson

3.8.2 Drainase

Media dengan drainase yang buruk dapat menyebabkan genangan air, terutama selama musim hujan. Genangan air adalah penyebab utama pertumbuhan bibit yang buruk dan kematian di persemaian. Oleh karena itu penting bahwa media pot memiliki drainase yang lancar dan kantong ditempatkan di lokasi yang cukup kering dan tidak terlalu lembab atau di bedeng.

3.8.3 Penyiraman

Faktor yang paling kritis bagi kesehatan dan vitalitas bibit di pembibitan adalah kualitas dan ketersediaan air dalam kantong (media pot).

Bibit akan membutuhkan penyiraman secara teratur.

Frekuensi penyiraman akan dipengaruhi oleh:

- kondisi cuaca saat itu (suhu dan curah hujan)
- tingkat penyinaran cahaya matahari (penyediaan naungan)
- ukuran bibit.

Bibit di bawah sinar matahari penuh selama musim kemarau paling baik disiram sekali atau dua kali sehari, tetapi selama musim hujan mungkin diperlukan perlindungan dari hujan.

3.8.4 Pupuk

Pertumbuhan yang lebih baik dapat dicapai dengan menggunakan tanah yang subur. Tanah lapisan atas yang gembur dan kaya bahan organik akan memiliki lebih banyak nutrisi yang tersedia daripada tanah berpasir atau tanah liat padat dengan bahan organik rendah. Nutrisi tambahan dapat ditambahkan ke tanah dengan menerapkan larutan dari pupuk cacing tanah yang diencerkan, bahan organik yang dikomposkan, atau cairan dan/atau pupuk lepas lambat komersial.



4 Menyiapkan perkebunan

4.1 Pemilihan lokasi

Lokasi yang cocok untuk membangun perkebunan cendana baru, dan cocok untuk pertumbuhan kayu teras yang cepat:

- memiliki tingkat kemiringan yang datar atau sedikit miring
- memiliki tanah vulkanik yang berada di atas batu kapur karang
- mendapat sinar matahari yang baik (bukan hutan hujan)
- memiliki tanah dengan drainase yang lancar (yakni tanah yang tidak menahan air untuk waktu yang lama)
- bebas dari jamur *Phellinus noxius* (lihat Bagian 8.1)
- memiliki musim kemarau tahunan dengan perbedaan yang jelas, terutama pada bulan-bulan yang lebih sejuk.

Pertumbuhan yang sangat baik seringkali dapat dicapai pada tepi-tepi hutan yang memperoleh cukup sinar matahari (Gambar 4.1) dengan ciri-ciri tersebut di atas, karena akar dari berbagai spesies inang berkembang dan meluas ke tanah-tanah di sekitarnya. Karena tanaman cendana adalah spesies bernilai tinggi, menanam pohon di sekitar desa atau bahkan di pekarangan kota adalah memungkinkan, meskipun penting untuk menanam hanya sebanyak yang dapat ditopang oleh inang sekitarnya (Gambar 4.2).



Gambar 4.1 Penanaman *S. yasi* di perkebunan 'Eua, Tonga (kiri) dan *S. yasi* di Tutu, Taveuni, Fiji (kanan)

Foto: Lex Thomson



Gambar 4.2 Pohon cendana yang tumbuh di areal pekarangan/tegalan di Papua New Guinea (kiri) dan kebun kava campuran di Vanuatu (kanan)

4.2 Persiapan lokasi

Tingkat pertumbuhan cendana terbaik terjadi ketika cendana dikembangkan bersamaan dengan pembukaan area kebun baru. Sebuah lokasi dapat dibuka secara selektif, menyisakan pepohonan yang berfungsi sebagai inang yang baik (lihat Bab 6). Sangat penting untuk membunuh tunggul sepenuhnya dengan cara membakar untuk memastikan bahwa tunggul tersebut tidak menjadi sumber infeksi *Phellinus* (lihat Bagian 8.1).

Bibit cendana umumnya tumbuh dengan baik saat ditanam selama musim berkebum. Waktu musim berkebum bervariasi di seluruh kepulauan Pasifik, tetapi biasanya terjadi pada awal musim hujan. Pengaturan waktu ini memungkinkan cendana untuk membangun sistem akarnya di dalam tanah sebelum musim kemarau pertama dimulai. Cendana akan tumbuh perlahan selama musim kemarau pertama, dan pada beberapa tahun yang sangat kering mungkin memerlukan penyiraman tambahan. Pertumbuhan pohon yang cepat akan terjadi mulai musim hujan kedua.

Pengendalian gulma yang buruk pada beberapa tahun pertama perkebunan merupakan penyebab utama kematian pohon dan kegagalan perkebunan. Memilih lokasi dengan sedikit gulma dapat membantu mengurangi kebutuhan tenaga kerja untuk mengendalikan gulma. Lokasi yang memiliki banyak gulma kuat perlu disiangi secara manual setiap minggu.

Penanaman cendana di areal kebun baru membuat pengendalian gulma tidak terlalu sulit karena gulma di kebun dan penanaman cendana dapat dikendalikan secara bersamaan. Pertumbuhan awal cendana yang lebih baik terjadi di kebun yang baru dikembangkan daripada di kebun yang lebih tua di mana nutrisi tanah telah menipis. Cendana juga mendapat manfaat dari pupuk yang diterapkan selama tahun-tahun pertumbuhan. Sebagai panduan, Nitrophoska® Special (atau pupuk organik yang setara) dapat diterapkan sebanyak 25–50 g selama 6 bulan; 50–100 g selama 12 bulan; dan 200 g selama 24, 36 dan 48 bulan. Pupuk ini harus tersebar merata di sekitar pangkal pohon, tetapi **jangan** menyentuh batangnya.

4.3 Tata letak penanaman dan jarak tanaman

Pengaturan jarak pohon, rasio inang dan pengelolaan yang benar akan membantu memaksimalkan pertumbuhan pohon cendana selama seluruh rotasinya (Gambar 4.3). Rancangan perkebunan akan dipengaruhi oleh spesies inang yang digunakan dan habitus pertumbuhannya. Pemilihan spesies tanaman inang (lihat Bab 6) akan dipengaruhi oleh ketersediaan lokal dan kemampuan beradaptasi di lokasi penanaman yang dimaksud. Ada beberapa variasi konfigurasi spesies - lokasi yang spesifik, yang dapat digunakan dalam cara penanaman berpetak ini, tergantung pada kondisi lokal (yaitu tanah, iklim, aspek, ruang tumbuh), ketersediaan spesies inang, dan tujuan penanam.

Tata letak dengan petak 3 m × 6 m atau 4 m × 5 m harus menyediakan ruang yang cukup untuk semua tanaman (Gambar 4.4). Pertumbuhan cendana dapat berkurang bila ditanam dengan kerapatan tinggi (jarak tanam kurang dari 3 m × 4 m). Meskipun pertumbuhan awal dalam kepadatan yang tinggi dapat cukup baik, pertumbuhan dapat terhenti setelah 3-4 tahun sebagai akibat dari persaingan yang ketat antara pohon-pohon cendana ini untuk mendapatkan kelembapan tanah, nutrisi dan cahaya.



Gambar 4.3 Perkebunan *S. album* Pantai Selatan Timor-Leste (kiri) dan perkebunan *S. lanceolatum* di Quintis, Queensland, Australia (kanan)

Foto: (kiri) Luis Almeida; (kanan) David Lee



Gambar 4.4 Jarak tanam yang lebar pada penanaman komersial skala besar

Pada jarak tanam 4 m × 5 m, pohon cendana diberi jarak 4 m pada setiap baris dengan inang jangka panjang setiap 16 m, dan jarak antar baris 5 m. Jarak antar baris 5 m akan menyediakan ruang yang cukup untuk akses kendaraan guna mengelola dan memanen pohon cendana dan pohon inang komersial. Jarak antar baris 5 m juga memungkinkan penanaman tanaman budidaya sebagai inang di antara baris selama kurang lebih 3–4 tahun (Gambar 4.5). Jika tanaman budidaya ini perlu ditanam untuk waktu yang lebih lama, maka dapat dipertimbangkan jarak antar baris yang lebih lebar, misalnya 6–8 m.



Gambar 4.5 Kebun tanaman cendana dengan berbagai inang

Jarak tanam 4 m antar pohon cendana memberikan ruang untuk penanaman spesies inang perantara di antara cendana. Panduan ini menjelaskan dua tata letak yang berbeda: (1) **Penanaman baris spesies secara campuran**, dan (2) **Penanaman baris spesies secara bergantian**. Rasio tanaman cendana dengan inang dapat bervariasi tergantung pada kondisi lokasi dan spesies inang yang digunakan. Biasanya, rasio tanaman cendana dengan inang perantara (*Sesbania*) adalah 1:1. Untuk tanaman cendana dengan inang jangka panjang, rasionya dapat bervariasi antara 1:1 dan 2:1. Rasio tanaman cendana dengan inang jangka panjang 1:1 direkomendasikan terhadap pohon tumbuh di lokasi dengan satu atau beberapa hal berikut (1) tanah yang tidak subur dan dangkal, (2) lereng yang curam, dan/atau (3) musim kemarau panjang. Di lokasi yang lebih subur dengan curah hujan tahunan yang baik dan musim kemarau pendek, rasio tanaman cendana hingga 2:1 dengan tanaman inang jangka panjang dapat dipertimbangkan.

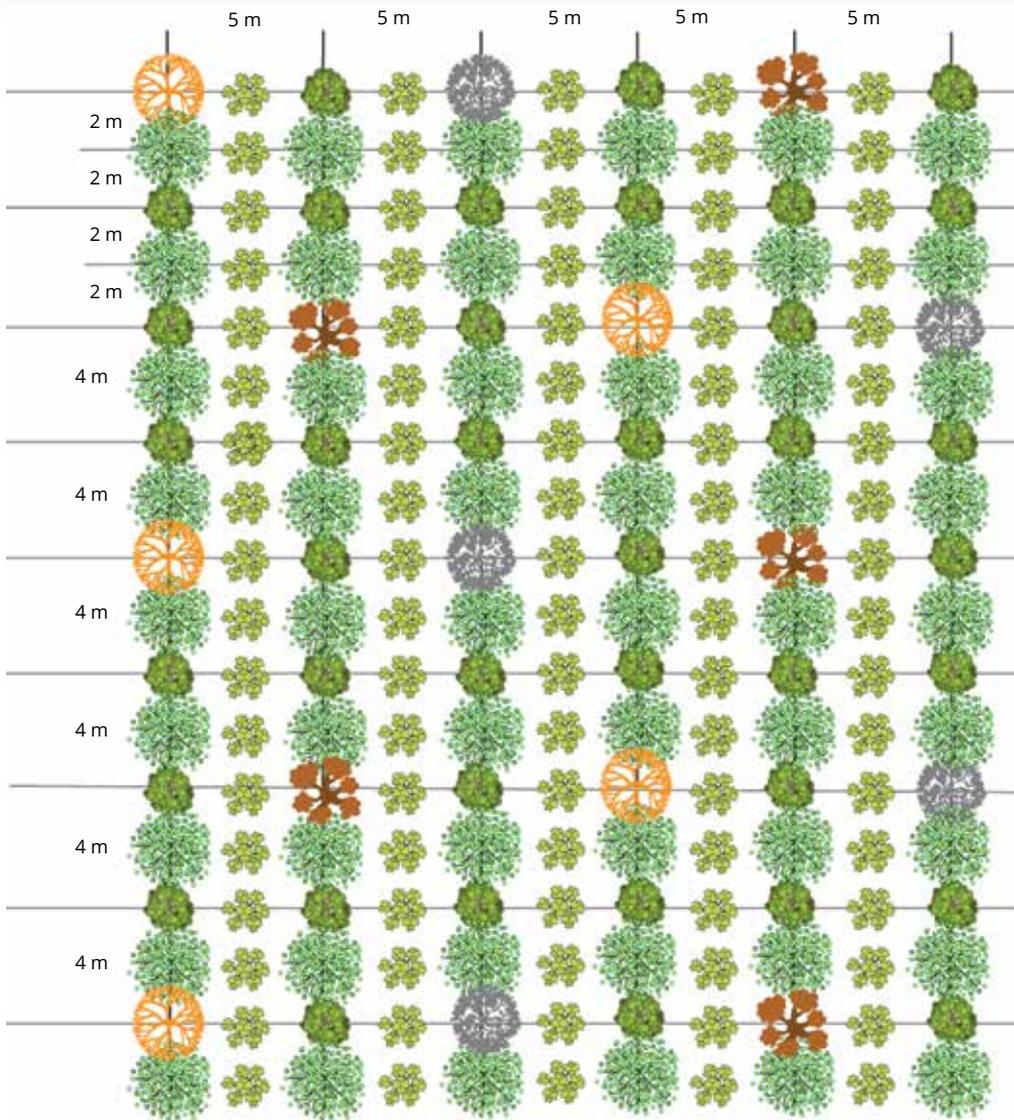
4.3.1 Penanaman baris spesies secara campuran

Tata letak 'Penanaman baris spesies secara campuran' dapat digunakan untuk memaksimalkan jumlah pohon cendana, sambil tetap mempertahankan akses yang baik ke pohon inang yang ditanam di lokasi. Tata letak ini memberikan 13% lebih banyak stok kayu cendana (375 pohon) dibandingkan dengan tata letak 'Penanaman baris spesies secara bergantian' (333 pohon) untuk petak berukuran 4 m × 5 m. Inang jangka panjang harus ditanam setiap jarak keempat atau 16 m, dan baris harus diseimbangkan sehingga setiap pohon cendana hanya berjarak 5 atau 6 m dari inang jangka panjangnya (Gambar 4.6)..

4.3.2 Penanaman baris spesies secara bergantian

Tata letak 'Penanaman baris spesies secara bergantian' adalah pengaturan yang lebih sederhana, yang akan membuat pengelolaan tanaman cendana dan tanaman inang menjadi lebih efisien. Dalam tata letak ini, pohon cendana dan tanaman inang jangka panjang ditanam dalam baris-baris individu, yang bergantian dengan rasio 2:1 antara cendana ke inang (Gambar 4.7). Spesies inang perantara dapat ditanam di setiap baris (antara cendana dan pohon inang jangka panjang) tergantung pada tujuan penanaman. Pengurangan stok inang perantara dapat dipertimbangkan ketika produksi tanaman pertanian perlu dimaksimalkan. Hal ini dapat dicapai dengan mengurangi frekuensi inang perantara di dalam barisan atau membatasi inang perantara hanya pada baris cendana.

Jumlah pohon inang perantara juga akan bergantung pada ukuran pohon inang. Salah satunya, kacang gude (*Cajanus cajan*) dapat dimasukkan di setiap sela-sela pohon cendana. Inang perantara yang lebih besar seperti pohon karang (*Erythrina poeppigiana*), turi (*Sesbania grandiflora*) dan lamtoro (*Leucaena leucocephala*) mungkin berjarak lebih lebar – misalnya, setiap pohon cendana kedua atau ketiga. Sebaliknya, kacang pinto (*Arachis pinto*) dapat ditanam di seluruh lokasi dan, jika dikelola dengan benar, dapat memenuhi seluruh permukaan tanah dan menopang semua pohon cendana, serta menekan gulma.



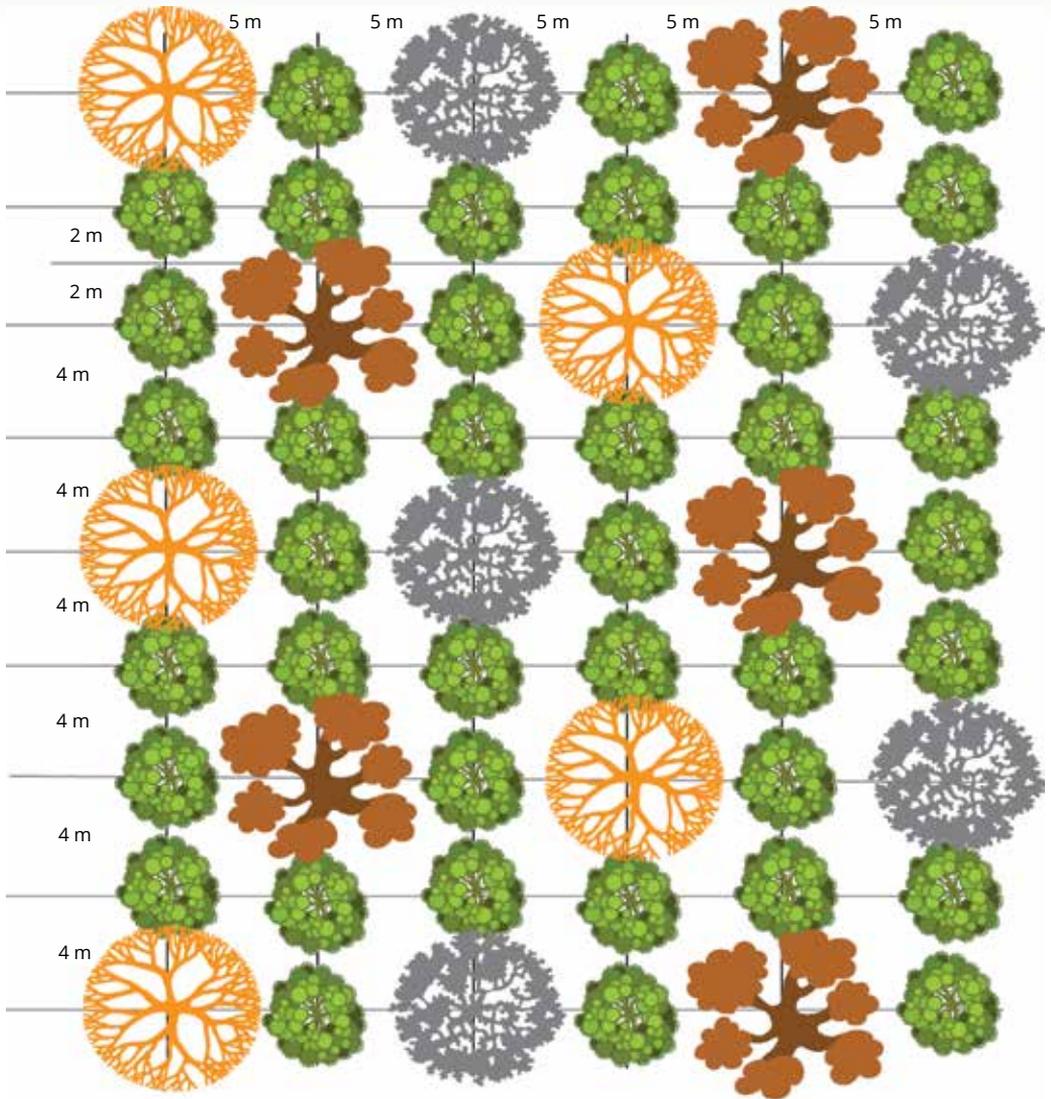
Keterangan

-  tanaman cendana
-  Tanaman budidaya
(Kacang gude, bunga lupin)
-  Inang perantara
(misalnya Sesbania)
-  Inang jangka panjang 1
-  Inang jangka panjang 2
-  Inang jangka panjang 3

Jumlah stok

- Total stok 2000/ha ($2 \times 2 \times 5 \text{ m}$)
- Stok tanaman cendana 375/ha
- Stok inang perantara 500/ha ($4 \times 5 \text{ m}$)
- Stok inang jangka panjang 125/ha ($16 \times 5 \text{ m}$)
- Stok tanaman budidaya 1000/ha ($2 \times 5 \text{ m}$)

Gambar 4.6 Contoh tata letak petak cendana untuk 'penanaman baris spesies secara campuran'. Representasi 5–10 tahun pertama (kiri) dan 10+ tahun (kanan). Ketahanan tanaman budidaya adalah 3–4 tahun dan inang perantara 5–10 tahun



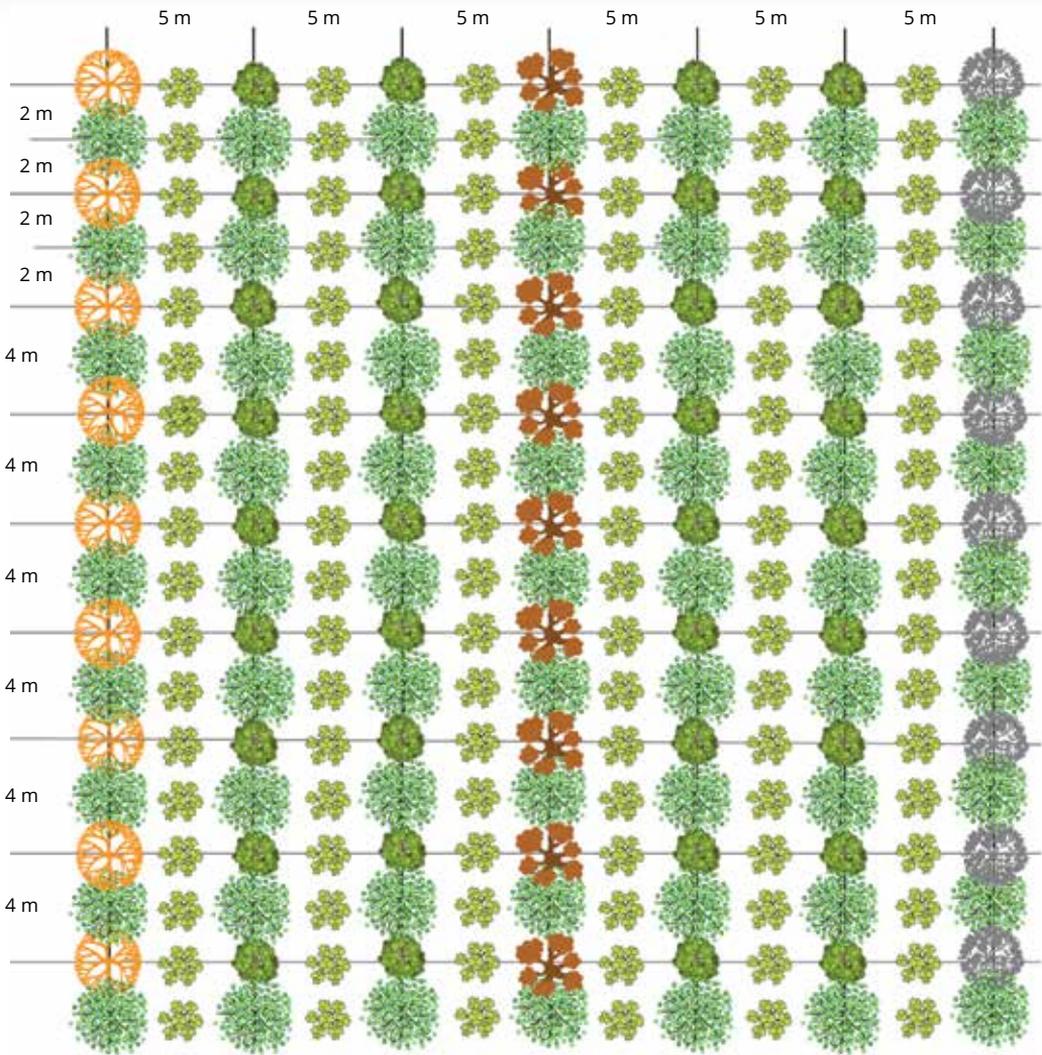
- Keterangan**
-  tanaman cendana
 -  Inang jangka panjang 1
 -  Inang jangka panjang 2
 -  Inang jangka panjang 3

Jumlah stok

Total stok 2000/ha ($2 \times 2.5 \text{ m}$)

Stok tanaman cendana 375/ha

Stok inang jangka panjang 125/ha ($16 \times 5 \text{ m}$)



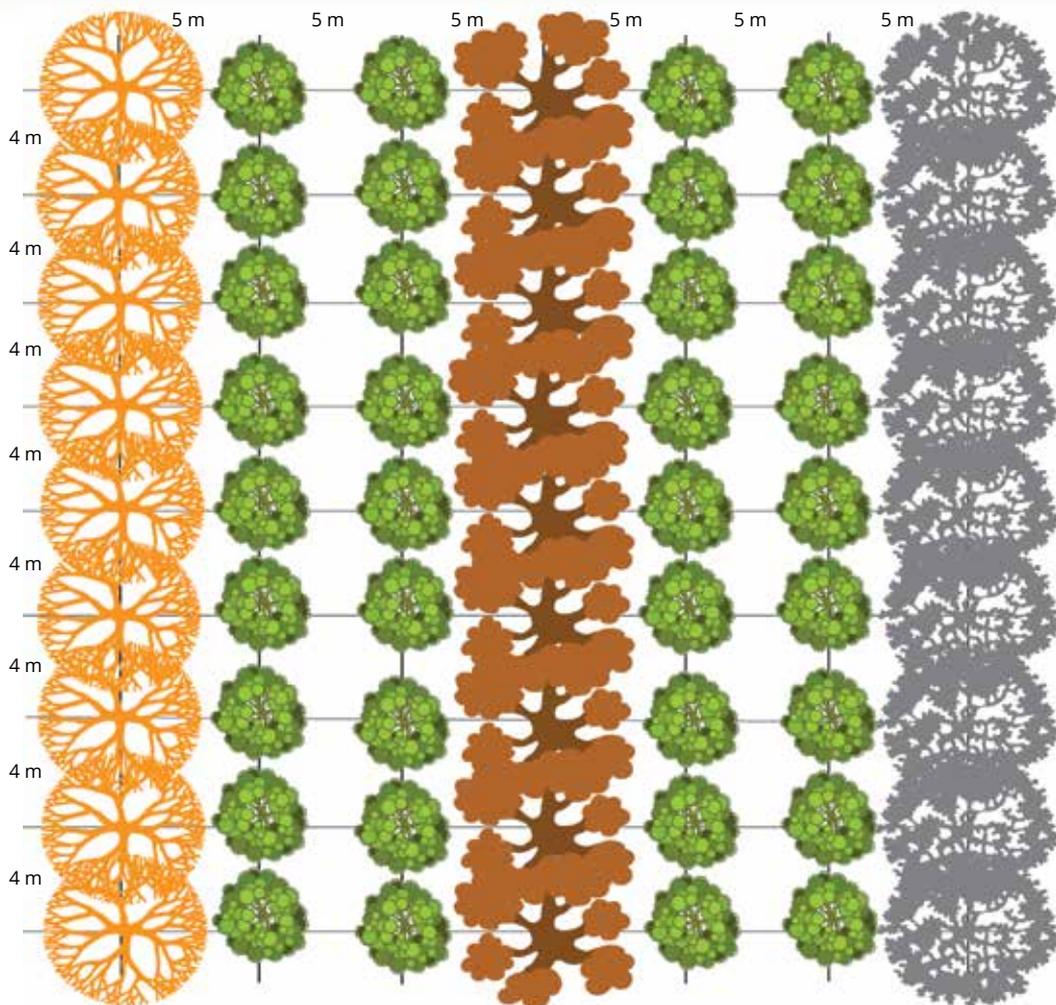
Keterangan

-  tanaman cendana
-  Inang jangka panjang 1
-  (Kacang gude, lupin)
-  Inang jangka panjang 2
-  Inang perantara (misalnya Sesbania)
-  Inang jangka panjang 3

Jumlah stok

- Total stok 2000/ha ($2 \times 2 \times 5 \text{ m}$)
- Stok tanaman cendana 333/ha
- Stok inang perantara 500/ha ($4 \times 5 \text{ m}$)
- Stok inang jangka panjang 167/ha ($15 \times 5 \text{ m}$)
- Tebar tanaman 1000/ha ($2 \times 5 \text{ m}$)

Gambar 4.7 Contoh tata letak petak untuk cendana dengan 'penanaman baris spesies secara bergantian'. Representasi 5-10 tahun pertama (kiri) dan 10+ tahun (kanan). Ketahanan tanaman budidaya adalah 3-4 tahun dan inang perantara 5-10 tahun



- Keterangan**
-  tanaman cendana
 -  Inang jangka panjang 1
 -  Inang jangka panjang 2
 -  Inang jangka panjang 3

Total stok

Total stok 500/ha ($2 \times 2 \times 5 \text{ m}$)

Stok tanaman cendana 333/ha

Stok inang jangka panjang 167/ha ($15 \times 5 \text{ m}$)

4.4 Penyemaian langsung

Hasil yang baik dapat dicapai dengan menabur benih cendana langsung di tanah di lokasi penanaman. Meskipun lokasi pembibitan langsung membutuhkan pemeliharaan yang tinggi, bibit yang dikelola dengan tepat dapat memiliki kekuatan awal yang lebih baik daripada bibit yang ditransplantasikan dari pembibitan.

Untuk mencapai kelangsungan hidup yang baik, kawasan perlu dikelola secara intensif seperti merawat area pembibitan:

- Jaga area budidaya bebas dari gulma.
- Sirami bibit secara sering selama kondisi panas dan kering (mungkin diperlukan penyiraman setiap hari).
- Sediakan naungan bagi bibit, jika perlu (misalnya pohon yang berdekatan atau rangka dengan daun kelapa).
- Menabur beberapa biji per lokasi penanaman mungkin merupakan ide yang baik untuk memastikan bahwa salah satu biji pasti berkecambah membentuk bibit. Jika lebih dari satu biji yang berkecambah, jangan tergoda untuk menanam bibit secara berlebihan. Gali bibit ini dan gunakan untuk penanaman lain atau tumbuhkan dalam kantong dengan media tanam, seperti yang dijelaskan sebelumnya, kemudian bibit tersebut dapat dijual.

4.5 Menanam bibit

Teknik penanaman yang digunakan dapat menyebabkan perbedaan antara pertumbuhan awal yang kuat dan kematian bibit. Jauh lebih baik meluangkan waktu untuk menanam bibit dengan benar daripada terburu-buru dalam langkah penting ini (Gambar 4.8 dan 4.9). Bibit muda akan memasuki periode stres segera setelah tanam, dan stres ini harus diminimalkan dengan praktik penanaman yang baik sehingga bibit dengan cepat memulai kembali pertumbuhan daun dan akar.

Menanam bibit untuk memastikan peluang terbaik untuk bertahan hidup

Tanam hanya di tanah yang memiliki kelembapan tanah yang baik dan saat cuaca tidak terlalu panas.

1. Gali lubang



Gali lubang yang lebih lebar tetapi hanya sedikit lebih dalam dari kantong.



2. Potong kantong



Potong kantong dengan hati-hati untuk meminimalkan gangguan dan kerusakan akar.*



3. Lepaskan kantong



Angkat bibit dan lepaskan kantong yang telah dipotong dengan hati-hati.



4. Tanam



Taruh bibit di dalam lubang tanpa mengganggu akarnya.



5. Isi lubang



Isi lubang dan tekan tanah sedikit saja dengan tangan. Jangan pernah menginjak bibit dengan kaki, karena ini akan mematahkan akar dari bibit.



6. Penyiraman



Jika tanah dari kantong pecah dan/atau akarnya terganggu, penting untuk segera menyirami bibit untuk mengurangi stress pemindahan.



* Untuk menggunakan kembali kantong, ikuti langkah-langkah pada Gambar 4.9.

Gambar 4.8 Metode penanaman bibit yang direkomendasikan

Menanam bibit dan menyimpan kantong untuk digunakan Kembali

1. Basahi



Basahi tanah di dalam kantong.



2. Tahan



Balikkan bibit dan tahan bagian atas tanah dengan telapak tangan.



3. Lepaskan kantong



Perlahan lepaskan kantong tanpa mengganggu tanah atau akar.



Lanjutkan langkah 4 - 6 di Gambar 4.8

Gambar 4.9 Cara penanaman bibit dan menyimpan kantong untuk digunakan kembali

Pemangkasan formatif

1. Identifikasi dahan utama (batang pemimpin)

Dahan utama adalah titik pertumbuhan utama dan sentral dari pohon.



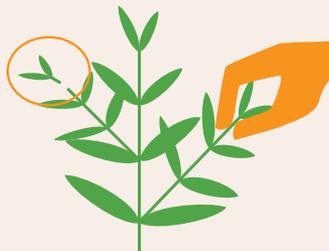
2. Identifikasi dahan pesaing

Tunas samping yang mungkin bersaing dengan dahan utama tumbuh dari bawah dahan utama.



3. Hilangkan tunas samping

Putuskan pucuk tunas samping dengan menjepitnya di antara jari dan ibu jari.



4. Pohon muda yang telah dipangkas

Hanya pucuk tumbuh dari dahan utama yang masih ada.



5 Pemangkasan pohon muda

Batang ukir atau *carving log*, yang merupakan produk kayu cendana yang paling berharga, terbentuk di kayu teras batang bawah yang tidak bercabang. Melalui pemangkasan formatif dalam 3–4 tahun pertama kehidupan pohon, seorang petani dapat menghasilkan pohon berbatang tunggal dan meningkatkan kemungkinan pohon membentuk batang ukir. Perkembangan kayu teras dimulai dari akar dan pangkal pohon dan berlanjut ke batang utama. Percabangan di batang biasanya akan memperlambat laju perkembangan kayu teras vertikal sampai dahan utama. Oleh karena itu, volume kayu teras pada dua cabang besar biasanya lebih kecil daripada volume dalam batang utama yang berukuran sama.

Namun, penting untuk dicatat bahwa pemangkasan tidak lagi produktif untuk pohon dengan bentuk buruk yang berusia lebih dari 3-4 tahun, dan pada tahap ini akan lebih merusak daripada memperbaiki. Pada pohon seperti ini, pemangkasan sering kali menyebabkan stres pada pohon dan dapat sangat mengurangi pertumbuhan.

Tanpa pemangkasan awal, penanam tidak akan dapat mempertimbangkan untuk memperpanjang rotasi beberapa pohon untuk memenuhi kualitas batang ukir.

5.1 Pemangkasan formatif

Pemangkasan formatif pohon muda adalah metode pemangkasan yang paling efektif karena hanya membuang sedikit bahan daun fotosintesis yang produktif. Ini dicapai dengan 'mencubit' atau memotong bagian kecil' semua tunas tumbuh yang bersaing dengan dahan utama (Gambar 5.1).

Pemangkasan formatif secara teratur akan menyebabkan hanya ada sedikit (atau tidak ada) kebutuhan untuk pemangkasan yang lebih berat dengan gunting pohon (*secateur*, *lopper*), atau parang.

5.2 Pemangkasan bentuk

Seringkali pohon tidak dipangkas selama satu tahun atau lebih dan perlu dipangkas untuk mengembalikannya menjadi pohon berbatang tunggal (Gambar 5.2). Pemangkasan bentuk berbeda dari pemangkasan formatif karena membutuhkan gergaji pemangkas atau gunting pohon yang tajam. Penting untuk membuat potongan pemangkasan yang bersih tepat di atas 'bahu/kerah' cabang samping untuk meninggalkan luka sekecil mungkin dan mempercepat penyembuhan luka pemangkasan. Jangan tinggalkan tunggul cabang yang panjang karena dapat menyebabkan pembusukan kayu teras hingga ke dalam batang utama. Cara ini efektif untuk pohon muda sampai umur 4 tahun, tetapi kurang efektif untuk pohon yang lebih tua. Pohon yang lebih tua harus dibiarkan tidak dipangkas karena pemangkasan dapat menyebabkan busuk atau penyakit pada kayu teras.

Gambar 5.1 (kiri) Pedoman pemangkasan formatif

Pemangkasan bentuk

1. Identifikasi pohon muda yang bercabang

Pilih pohon muda dengan batang bercabang



2. Singkirkan cabang

Singkirkan cabang dengan memotong cabang yang tidak diinginkan dengan pisau tajam atau gunting pohon.



Gambar 5.2 Pedoman pemangkasan bentuk

3. Identifikasi dahan pesaing

Dahan pesaing adalah dahan atau batang yang tumbuh secara vertikal ke arah puncak pohon.



4. Singkirkan dahan pesaing

Buang dahan pesaing dengan gunting pohon.



5. Pohon yang telah dipangkas



5.3 Pemangkasan reduksi kanopi

Di daerah-daerah dengan intensitas topan yang tinggi, pemangkasan kanopi yang besar/berat dapat bermanfaat untuk memungkinkan angin kencang melewatinya dan mengurangi kemungkinan pohon tumbang tertiup angin. Tujuan dari intervensi pemangkasan ini adalah untuk mengurangi tinggi dan penyebaran kanopi pohon sekaligus menghilangkan cabang yang bersilangan/tumpang tindih dan kayu mati. Pemangkasan ini paling baik dilakukan menggunakan alat pangkas yang panjang dan tangga, dan perhatian harus diberikan pada keselamatan saat bekerja di ketinggian.

Pemangkasan reduksi kanopi dilakukan pada awal musim topan (akhir November), dan jika ada cukup peringatan dan kemungkinan besar ada topan berintensitas tinggi yang akan melintas dekat, maka beberapa reduksi kanopi tambahan mungkin dapat dilakukan (namun ini hanya mungkin dilakukan oleh petani kecil dengan jumlah tanaman cendana yang terbatas, yaitu kurang dari 50-100 pohon).

5.4 Pemangkasan perbaikan

Pemangkasan kembali ke satu batang tunggal (*singling*) sering diperlukan ketika ujung tumbuh di pusat rusak, mungkin karena angin, burung atau cabang yang jatuh. Ini dapat dilakukan segera setelah pertumbuhan dimulai kembali.

Gambar 5.3 menunjukkan beberapa dahan pesaing (lingkaran kuning) tumbuh terutama dari satu cabang setelah batang utama yang asli rusak oleh cabang yang jatuh (lingkaran oranye). Dahan pesaing ini disingkirkan dengan gunting pohon, meninggalkan dahan utama yang jelas (lingkaran biru). Beberapa dahan mungkin memerlukan pemangkasan tambahan nanti jika mulai bersaing lagi dengan dahan utama yang dipilih.



Gambar 5.3 Pedoman pemangkasan perbaikan

5.5 Pemangkasan yang benar

Pohon cendana yang telah dipangkas dengan benar memiliki (Gambar 5.4 atas):

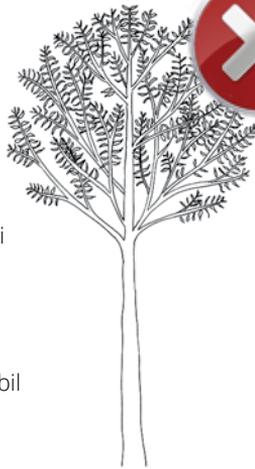
- satu batang dan satu dahan utama di bagian atas
- kanopi daun yang meluas kira-kira dua pertiga dari tinggi pohon, menyediakan area yang baik untuk fotosintesis, yang akan memastikan pohon yang kuat
- kanopi yang meruncing ke atas untuk memberikan keseimbangan yang baik (pusat gravitasi rendah).



5.6 Pemangkasan yang salah

Contoh pemangkasan pohon cendana yang salah adalah (Gambar 5.4 di bawah):

- bentuk yang tidak tepat – dalam hal ini, seperti 'lolipop', karena terlalu banyak cabang bawah yang dihilangkan
- berkurangnya kanopi – hal ini mengurangi kapasitas fotosintesis dan juga kekuatan pohon
- banyak cabang di pucuk, yang membuat pucuk pohon menjadi berat dan tidak stabil terutama jika tertiuap angin.



Gambar 5.4 Contoh pemangkasan yang benar (atas) dan pemangkasan yang salah (bawah)



6 Tanaman inang

6.1 Silvikultur tanaman inang

Silvikultur spesies tanaman inang merupakan aspek penting untuk keberhasilan perkebunan cendana. Habitus atau karakteristik pertumbuhan dan ukuran spesies inang akan memengaruhi jarak optimalnya (yaitu jarak antara pohon cendana dan spesies inang), pengaturan dan pengelolaan.

Rasio, jarak tanam dan pengaturan inang dan cendana bertujuan untuk:

- mendorong hubungan haustorial antara inang dan semua cendana
- memaksimalkan jumlah spesies inang berbeda yang tersedia untuk tanaman cendana
- memberikan perlindungan dari paparan sinar matahari/panas
- memberi ruang bagi tanaman cendana untuk mengekstrak sumber daya tanah (air dan nutrisi)
- mengizinkan tanaman cendana menahan sinar matahari langsung selama sebagian hari.

Sementara tanaman inang sangat penting untuk pertumbuhan cendana yang baik, beberapa jenis dapat mengalahkan pohon cendana jika ditanam pada kepadatan yang lebih tinggi dari yang dijelaskan (Bagian 4.3) atau jika pertumbuhannya tidak terkendali. Oleh karena itu, pemantauan perkebunan secara teratur dan pengelolaan adaptif (silvikultur) sangat penting untuk menyeimbangkan manfaat spesies inang dengan potensinya untuk memicu tekanan persaingan pada pohon cendana.

Memastikan pemilihan inang yang baik termasuk inang jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang sangat penting untuk pengembangan cendana yang baik (Gambar 6.1). Penting agar perkembangan inang sesuai dengan cendana. Jika inang terlalu lambat untuk berkembang, maka cendana akan lambat berkembang, dan mungkin secara efektif 'sangat membebani' inang sehingga menyebabkan stres dan bahkan kematian inang dan cendana. Inang yang berkembang terlalu cepat dapat melampaui tanaman cendana dan menyebabkan cendana berkembang dengan buruk.

Silvikultur tanaman inang merupakan aspek produksi tanaman cendana yang penting namun sering diabaikan. Tanaman inang harus dipangkas kembali jika terlihat tumbuh lebih besar atau tinggi dari tanaman cendana. Pembuangan tajuk bagian atas dapat membantu dalam hal ini. Jika tampaknya tanaman inang yang ada mengalami kesulitan, inang baru dapat diperkenalkan, meskipun strategi ini tidak sebaik menanam inang dalam jumlah yang memadai pada saat awal pembentukan (atau dalam 12 bulan sebelum penanaman cendana di lapangan). Inang terbaik untuk penanaman penyulaman selanjutnya adalah kacang gude melalui penyemaian langsung, *Alternanthera dentata* dan kacang pinto melalui stek batang, daluang/murbei kertas (*Broussonetia papyrifera*) melalui stek cabang dan beberapa inang permanen yang lebih besar, terutama yang mampu membentuk *root suckers* atau trubusan akar seperti *Acacia leptocarpa* dan beberapa *Casuarina spp.*

Gambar 6.1 (foto di halaman depan) Barisan tanaman inang (*Cassia fistula*) dan tanaman cendana (*S. macgregorii*) yang berselang-seling dengan jarak yang tepat (5 m × 5 m) di Papua New Guinea (atas). Cendana (*S. austrocaledonicum*) ditanam dengan *Calliandra* secara bergantian dalam setiap baris di Vanuatu (bawah)

6.2 Jenis tanaman inang

Tumbuhan yang membentuk haustoria dengan tanaman cendana (lihat Bagian 2.2) disebut tanaman inang. Cendana membentuk haustoria dengan banyak spesies berbeda, tetapi beberapa spesies (terutama legum) mendukung pertumbuhan dan kekuatan yang lebih besar pada tanaman cendana. Ada tiga jenis tanaman inang utama yang digunakan untuk membudidayakan cendana:

1. **Tanaman inang pot atau inang primer** – tanaman herba bertumbuh rendah yang mudah diperbanyak, yang ditanam dalam kantong setelah bibit mencapai tahap 4–6 helai daun. Ukuran inang pot perlu dipertahankan dengan pemangkasan untuk menghindari persaingan dengan tanaman cendana dan biasanya bertahan di lapangan selama beberapa bulan pertama setelah penanaman.
2. **Tanaman inang perantara** – pohon kecil atau semak besar, biasanya legum pengikat nitrogen berumur pendek (sekitar 5 tahun) yang ditanam dekat (1–2 m) dengan tanaman cendana. Tanaman inang perantara ini mendukung pertumbuhan awal cendana yang cepat. Ukuran tanaman inang perantara akan memengaruhi jarak tanamnya dari tanaman cendana, dan mungkin perlu dipangkas untuk memastikan tajuknya tidak bersaing dengan tanaman cendana.
3. **Tanaman inang jangka panjang** – pohon besar yang menjadi tanaman inang untuk seluruh rotasi tanaman cendana. Ditanam dengan kepadatan yang lebih rendah di perkebunan dan setidaknya berjarak 3 m dari pohon cendana terdekat (dari 4 hingga 8 m ke pohon cendana terdekat). Seperti tanaman inang perantara, diperlukan jarak yang lebih lebar untuk pohon yang lebih besar.

6.3 Pilihan inang untuk masing-masing spesies

Digunakan tanaman inang cendana yang berbeda di wilayah geografis yang berbeda, untuk berbagai spesies cendana, guna mendorong pertumbuhan dan kekuatan tanaman cendana yang optimal (Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Spesies cendana dan tanaman inang pilihan di berbagai negara

	<i>Santalum album</i>	<i>Santalum austro-caledonicum</i>	<i>Santalum lanceolatum</i>	<i>Santalum macgregorii</i>	<i>Santalum yasi</i>	Risiko gulma
<i>Alternanthera nana</i>	Timor-Leste Indonesia	Vanuatu	Aust	PNG	Fiji & Tonga	
<i>Alternanthera dentata</i>					Fiji	
Sims' wattle <i>Acacia simsii</i>			Aust	PNG		
Kacang Pinto <i>Arachis pintoii</i>		Vanuatu	Aust		Fiji & Tonga	
Daluang/Mulberi kertas <i>Broussonetia papyrifera</i>					Tonga	
Kacang gude <i>Cajanus cajan</i>	Timor-Leste Indonesia	Vanuatu		PNG	Fiji & Tonga	
<i>Calliandra calothyrsus</i> & <i>C. suranamensis</i>	Timor-Leste Indonesia		Aust	PNG	Fiji & Tonga	
Pohon dadap <i>Erythrina poeppigiana</i>		Vanuatu (Inang perantara hingga jangka panjang)				
Pohon Turi <i>Sesbania grandiflora</i>	Timor-Leste Indonesia	Vanuatu		PNG		
Kacang Mesir/Jayanti <i>Sesbania sesban</i>	Indonesia		Aust	PNG		
Akasia Daun Lebar <i>Acacia auriculiformis</i>	Indonesia		Aust	PNG		
<i>Acacia crassicaarpa</i>	Indonesia		Aust	PNG		
<i>Acacia leptocarpa</i>	Indonesia			PNG	Fiji	
Kabesak <i>Acacia leucophloea</i>	Timor-Leste Indonesia					
Qumu/Bangkongan <i>Acacia richii</i>					Fiji	
Namariu <i>Acacia spirorbis</i>		Vanuatu				
Siris putih <i>Albizia procera</i>	Timor-Leste Indonesia			PNG	Fiji	Risiko gulma
Tengguli Wanggang <i>Cassia javanica</i>	Timor-Leste Indonesia			PNG		
Tengguli/Golden Shower <i>Cassia fistula</i>	Timor-Leste Indonesia			PNG		Risiko gulma
Cemara laut/ nokonoko <i>Casuarina equisetifolia</i>	Timor-Leste Indonesia	Vanuatu		PNG	Fiji & Tonga	
Species Jeruk, khususnya <i>C. maxima</i> , <i>C. reticulata</i> , <i>C. x taitensis</i>		Vanuatu		PNG	Fiji & Tonga	
Poumuli/namamau <i>Flueggea flexuosa</i>	Samoa	Vanuatu			Fiji	
<i>Leucaena leucocephala</i>	Timor-Leste Indonesia					Risiko gulma tinggi. Digunakan untuk pakan ternak
<i>Pterocarpus indicus</i>	Timor-Leste Indonesia	Vanuatu				
Tamarin <i>Tamarindus indica</i>	Timor-Leste Indonesia					

6.4 Tanaman inang pot (inang primer)

6.4.1 *Alternanthera* (*Alternanthera nana* dan *Alternanthera dentata*)



Gambar 6.2 Contoh variasi *alternanthera* (baris atas) dan *alternanthera* sebagai tanaman inang bibit tanaman cendana awal/dalam pot (baris bawah)

Alternanthera (keluarga bayam-bayaman atau krokot) secara rutin digunakan sebagai tanaman inang pertama untuk tanaman cendana di pembibitan. Ini adalah tanaman hias yang sangat bervariasi (Gambar 6.2). Pertumbuhan cendana lebih kuat saat *alternanthera* ditanam di dalam kantong daripada saat bibit ditanam tanpanya. Namun, inang pot harus dipangkas secara teratur; jika tidak, *alternanthera* bisa mencekik kayu cendana, akhirnya membunuhnya. Dalam kondisi basah, batang *alternanthera* dapat menempel pada batang cendana sehingga menyebabkan batang cendana membusuk dan mati.

6.5 Tanaman inang perantara (inang intermediet)

6.5.1 Sims' wattle (*Acacia simsii*)



Gambar 6.3 Habitats *A. simsii* (kiri), bunga (kanan atas) dan buah (kanan bawah)

Akasia ini, yang berasal dari Australia dan Papua New Guinea, merupakan inang berbentuk semak legum berukuran kecil (2–4 m) dan berumur relatif pendek (Gambar 6.3). Tumbuhan ini berkembang biak dengan biji, namun kulit bijinya yang sangat keras perlu ditoreh atau dilunakkan dengan menuangkan air panas (70–80 °C) pada biji dan merendamnya selama 24 jam. Penanaman inang ini harus diberi jarak minimal 1,5 m dari setiap pohon cendana. Pemangkasan bentuk atau penjarangan dapat dilakukan sesuai kebutuhan.



Gambar 6.4 Bunga dan dedaunan *A. pintoi* (kiri) dan tumbuh sebagai inang untuk *S. album* (kanan)

6.5.2 Pinto peanut (*Arachis pinto*)

Kacang pinto adalah semak tanah yang berasal dari Brasil (Gambar 6.4). Tingginya bisa mencapai 20–50 cm dan membentuk penutup tanah yang rapat. Ini adalah inang perantara yang sangat cocok karena merupakan legum pengikat nitrogen, tidak bersaing dengan tanaman cendana untuk mendapatkan cahaya dan secara efektif menekan pertumbuhan gulma. Tumbuhan ini berkembang biak secara alami dengan batang merambat (stolon), yang dapat dengan mudah dipindahkan untuk membentuk tumbuhan baru. Meskipun membutuhkan waktu dan kesabaran untuk mengembangkannya di perkebunan, tumbuhan ini mudah beradaptasi berbagai jenis tanah, dari pasir hingga lempung, walaupun lebih memilih tanah dengan drainase yang baik.

6.5.3 Daluang/Mulberi kertas (*Broussonetia papyrifera*)



Gambar 6.5 *B. papyrifera*: bunga betina (kiri), kelompok bunga jantan (tengah) dan buah (kanan)

Foto: (kiri) Daderot, CC0 1.0; (tengah) Didier Descouens, Fronton, Prancis. 19 April 2014, CC BY-SA 4.0; (kanan) Didier Descouens, Clermont-le-Fort, Prancis. 7 Agustus 2019, CC BY-SA 4.0.



Gambar 6.6 Daluang/Mulberi kertas (latar depan) ditanam sebagai inang *S. yasi* (pohon tinggi di belakang) di 'Eua, Tonga

Foto: Lex Thomson

Daluang atau Mulberi kertas adalah pohon kecil asli Asia dan juga di Lapita/Polinesia yang diintroduksi hingga ke pulau-pulau Pasifik. Tumbuhnya cepat, biasanya mencapai 6–10 m dengan penyebaran yang serupa. Di Polinesia Daluang tidak menghasilkan biji karena semua pohon awalnya adalah klon betina, sehingga perkembangbiakan dilakukan secara vegetatif, dari stek akar atau batang. Ini berkontribusi pada potensi gulma yang lebih rendah di Polinesia, dibandingkan dengan beberapa negara kepulauan Pasifik (Hawaii, Kepulauan Solomon, dan Fiji) yang memiliki tanaman Daluang betina dan jantan (Gambar 6.5). Jika daluang juga ditanam untuk produksi kulit kayu, maka dapat ditanam dengan jarak tanam yang rapat (misalnya 1,5–2 m × 1,5–2 m), tetapi jika ditanam murni sebagai tanaman inang dan akan dibiarkan tumbuh menjadi inang permanen yang lebih besar maka harus ditanam dengan jarak tanam yang lebar (misalnya terpisah 6–8 m dan tidak lebih dekat dari 2 m dari tanaman cendana yang ditanam) (Gambar 6.6).

6.5.4 Kacang gude (*Cajanus cajan*)



Gambar 6.7 *C. cajan*: bunga (kiri), buah (tengah) dan dedaunan (kanan)



Gambar 6.8 Tanaman inang kacang gude (depan dan kanan belakang foto)

Kacang gude adalah semak legum berumur pendek (3-5 tahun) yang dapat ditanam dengan penyemaian langsung (Gambar 6.7). Biji membutuhkan waktu 10–15 hari untuk berkecambah. Karena ukurannya yang relatif kecil (1–2 m), kacang gude dapat ditanam berdekatan (1–2 m) dengan bibit cendana muda, karena berukuran tidak terlalu besar sehingga tidak menyebabkan persaingan yang dapat mengurangi pertumbuhan cendana. Dimungkinkan untuk menanam satu kacang gude untuk setiap pohon cendana (bahkan pada jarak cendana yang dekat) (Gambar 6.8). Polong, daun dan bunganya menjadi pakan ternak yang sangat baik dan bijinya adalah makanan manusia yang terkenal.

6.5.5 Sesbania (*Sesbania grandiflora* dan *Sesbania formosa*)



Gambar 6.9 *S. grandiflora*: bunga (kiri) dan habitus pertumbuhan (kanan)



Gambar 6.10 Sesbania merupakan inang perantara yang sangat baik untuk semua jenis cendana

Berasal dari Australia, Asia Tenggara dan India, sesbania adalah legum berumur pendek lainnya yang sangat cocok sebagai inang perantara. Tingginya sedikit lebih besar dari kacang gude. Ini adalah pohon bercabang terbuka yang tumbuh cepat hingga setinggi 8–15 m dengan diameter batang hingga 25–30 cm (Gambar 6.9 dan 6.10). Tumbuhan ini mudah diperbanyak dengan biji dan biasanya berkecambah dengan baik tanpa skarifikasi. Dapat juga diperbanyak secara vegetatif dengan stek batang dan cabang. Disarankan agar jenis ini ditanam pada jarak tidak lebih dari 2 m dari pohon cendana, dengan satu tanaman sesbania untuk setiap 2–3 pohon cendana. Pemangkasan bentuk mungkin diperlukan untuk menghasilkan batang yang jelas untuk produksi kayu.

6.5.6 Kacang Mesir (*Sesbania sesban*)

Berasal dari Afrika timur laut tetapi dinaturalisasi di banyak negara tempatnya dibudidayakan, kacang mesir ini adalah semak atau pohon kecil berbatang tunggal atau berbatang pendek yang tumbuh cepat dan berumur pendek dengan ketinggian 1 hingga 8 m, yang akan tumbuh lebih menyebar ketika ditanam pada tempat yang lebih luas. Berkembang biak dengan biji, yang memerlukan perlakuan awal seperti skarifikasi (pengikisan atau perendaman dalam larutan asam) atau perendaman dalam air bersuhu 80 °C selama 8 menit (perlakuan awal air panas dapat mengakibatkan kematian bibit yang signifikan jika tidak dipantau dengan hati-hati). Dianjurkan agar inang jangka panjang berukuran sedang ini ditanam dengan jarak minimal 3 m minimal 3 m dari pohon cendana mana pun. Cabang dapat dipangkas secara teratur, atau pohon dapat ditebang atau dipangkas untuk memfasilitasi produksi pakan ternak. Tumbuhan ini menghasilkan banyak biji dan akan mudah tumbuh di tanah terbuka yang lembap, sehingga mungkin diperlukan pengendalian regenerasi secara aktif di beberapa pengaturan letak untuk mempertahankan kepadatan yang diinginkan.

6.6 Tanaman inang jangka menengah hingga jangka panjang

6.6.1 Dadap (*Erythrina poeppigiana*)

Dadap atau pohon karang dapat digunakan sebagai inang perantara yang ditanam 1–2 m dari tanaman cendana, jika dipangkas secara teratur. Sebagai alternatif, dapat digunakan sebagai inang jangka panjang yang ditanam setidaknya 3–4 m dari tanaman cendana. Dadap adalah legum yang tumbuh cepat dari Amerika Selatan yang dapat menambah jumlah nitrogen yang signifikan ke dalam tanah (Gambar 6.11). Namun, tumbuhan ini membutuhkan pemangkasan teratur untuk mempertahankan ukuran yang terkendali dan memastikan tidak bersaing dengan kayu cendana selama tahun-tahun perkembangannya. Hasil pemangkasan sangat bermanfaat sebagai pupuk hijau. Untuk jarak tanam yang ideal, setiap satu inang ini ditanam untuk setiap 2–3 pohon cendana.



Gambar 6.11 *E. poeppigiana* yang ditanam sebagai inang *S. austrocaledonicum*

6.6.2 Kaliandra (*Calliandra calothyrsus* dan *Calliandra surinamensis*)

Berasal dari Meksiko, Amerika Tengah, dan Kolombia, kaliandra adalah perdu atau pohon kecil berbatang banyak yang tumbuh cepat sepanjang tahun, berukuran 5–6 m dengan diameter batang mencapai 20 cm (Gambar 6.12 dan 6.13). Berkembang biak dengan biji, yang membutuhkan perlakuan awal berupa perendaman dalam air panas atau dingin selama 24-48 jam. Dianjurkan agar inang berukuran sedang ini berjarak minimal 3 m dari pohon cendana mana pun. Cabang dapat dipangkas secara teratur, atau pohon dapat ditebang untuk memfasilitasi produksi pakan ternak dan kayu bakar. Tanaman inang ini akan mudah tumbuh di tanah yang lembap dan terbuka, sehingga mungkin diperlukan pengendalian regenerasi secara aktif untuk mempertahankan kepadatan yang diinginkan. Namun, cendana tampaknya menyerap sangat banyak makanan dari *C. calothyrsus* dan memperoleh manfaat pertumbuhan yang cukup besar, dan hal ini berisiko dapat membunuh kaliandra (hal yang sama berlaku untuk pohon jeruk). Hal tersebut dapat menyebabkan inang terinfeksi penyakit busuk akar coklat (*Phellinus noxius*), yang kemudian menyebar ke dalam tanaman cendana melalui haustoria, dan pada akhirnya membunuh tanaman cendana. Cara mengatasinya adalah dengan menanam berbagai inang, tidak hanya kaliandra, dan memiliki rasio inang-cendana yang cukup tinggi. Cendana tampaknya kurang memperoleh manfaat pertumbuhan dari *C. surinamensis*, tetapi *C. surinamensis* adalah inang yang lebih kuat, dan kebiasaan bercabang semi-horizontalnya baik untuk mencegah perluasan tajuk cendana yang berlebihan.



Gambar 6.12 *C. calothyrsus*: habitus (kiri), bunga (tengah) dan buah (kanan)

Foto: (kiri) Forest & Kim Starr, CC BY 4.0; (tengah) Forest & Kim Starr, CC BY 3.0; (kanan) Roger Culos CC BY-SA 4.0.



Gambar 6.13 *C. surinamensis*: habitus (kiri), bunga (tengah) dan buah (kanan)

Foto: (kiri) Katherine Wagner-Reiss, CC BY-SA 4.0; (tengah) Scott Zona, CC BY 2.0; (kanan) Philipp Weigell, CC BY 3.0.

6.7 Tanaman inang jangka panjang

6.7.1 Akasia Papua (*Acacia auriculiformis*)



Gambar 6.14 Habitus. *A. auriculiformis* pada tegakan alami (kiri), polong terbuka dan biji (kanan atas), dan polong berbiji dengan daun yang dikumpulkan (kanan bawah)

Akasia Utara, Akasia Papua atau Formis (*A. auriculiformis*) adalah pohon berukuran sedang yang tumbuh hingga 30 m dan beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah (Gambar 6.14). Tumbuhan ini memiliki kanopi besar yang menyebar dan sistem akar yang menyebar dan rapat. Pohon ini adalah inang yang sangat baik untuk tanaman cendana, meskipun mengingat ukuran dan pertumbuhannya yang kuat, perhatian perlu diberikan pada jarak tanam dan pengelolaan kanopi yang tepat. Sangat berguna untuk kayu bakar dan sebagai pohon peneduh karena kanopinya tetap terjaga baik selama musim kemarau. Tanaman inang ini harus ditanam dengan jarak minimal 4–5 m dari pohon cendana mana pun, dan ditanam di tengah-tengah antara setiap pohon cendana ketiga atau keempat (yaitu berjarak 16–20 m).

6.7.2 Salwood atau Krasikarpa (*Acacia crassicarpa*)



Gambar 6.15 *A. crassicarpa* di alam liar, Keru, Papua New Guinea (kiri), bunga (kanan atas) dan polong berbiji (kanan bawah)

Salwood (*A. crassicarpa*) merupakan pohon berukuran sedang yang tumbuh dengan tinggi maksimal 30 m (Gambar 6.15). Batangnya biasanya lurus dan tidak bercabang, dengan tinggi sekitar 13–18 m, dan tumbuh dengan diameter hingga 50–60 cm. Kulit kayu salwood berwarna gelap atau abu-abu kecokelatan, keras dengan alur vertikal yang dalam; kulit bagian dalam berwarna merah dan berserat. Ini dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, mulai dari tanah asam yang memiliki drainase yang baik maupun tidak. Tajuknya biasanya bercabang banyak dan menyebar di lingkungan terbuka dan kanopi perlu diatur agar tidak melebihi tanaman cendana. Tanaman inang ini harus ditanam dengan jarak minimal 4–5 m dari pohon cendana mana pun, dan ditanam di tengah-tengah antara setiap pohon cendana ketiga atau keempat (yaitu berjarak 16–20 m)

6.7.3 Coast Wattle (*Acacia leptocarpa*)



Gambar 6.16 Habitus *A. leptocarpa* (kiri) dan bunga (kanan)

Berasal dari Australia dan Papua New Guinea, *A. leptocarpa* berbentuk semak (3–5 m) atau pohon kecil hingga 15 m, dengan diameter hingga 25 cm (Gambar 6.16). Tajuknya ringan hingga sedang dan hanya menghasilkan satu batang utama. Tumbuh di tanah berpasir atau berbatu. Bijinya yang memiliki lapisan keras memerlukan perlakuan pematangan dormansi yang reguler seperti menuangkan air panas (70–80 °C) ke atas biji dan merendamnya selama 24 jam. Buang biji infertil yang mengapung, tanam biji yang membengkak dan beri perlakuan air panas kembali pada biji yang masih tersisa. Pemangkasan bentuk mungkin diperlukan untuk membatasi penyebaran lateral tajuk, dan hasil pemangkasan berpotensi digunakan sebagai kayu bakar. Kayunya dekoratif dan berguna dalam pembuatan lemari, tetapi dibatasi oleh dimensi pohonnya yang kecil. Tanaman inang ini harus ditanam dengan jarak minimal 2 m dari pohon cendana mana pun, dan ditanam di tengah-tengah antara setiap pohon cendana kedua (yaitu berjarak 12 m).

6.7.4 Kabesak, akasia putih (*Acacia leucophloea*)



Gambar 6.17 Habitus *A. leucophloea* (kiri atas), setelah dipangkas (kanan atas), kulit kayu (kiri bawah) dan dedaunan (kanan bawah)

Sebuah pohon besar yang menyebar, asli dari Asia Timur dan anak benua India, *A. leucophloea* dapat tumbuh setinggi 35 m dan diameter setinggi dada (DBH) 100 cm (Gambar 6.17). Viabilitas biji bisa rendah. Perlakuan awal dengan air panas meningkatkan perkecambahan, tetapi masih bisa memakan waktu 1-3 bulan. Spesies ini lambat berkembang dibandingkan dengan *Leucaena* tetapi umurnya jauh lebih lama. Tajuknya dapat dipangkas untuk menjadi pakan ternak dan untuk membatasi penyebaran kanopi, namun daunnya tidak boleh digunakan sebagai pakan tunggal karena toksisitas asam hidrosianat. Ini juga menghasilkan kayu yang menarik dan tahan lama.

6.7.5 Qumu (*Acacia richii*)



Gambar 6.18 Polong *A. richii*

A. richii endemik Fiji dan merupakan pohon berukuran kecil hingga sedang (6–25 m) dengan kanopi yang agak tipis atau jarang. Seperti kebanyakan akasia lainnya, biji yang berlapis keras (Gambar 6.18) memerlukan perlakuan awal seperti menuangkan air panas (70–80 °C) pada biji dan merendamnya selama 24 jam. Buang biji infertil yang mengapung, tabur hanya biji yang bengkak dan beri perlakuan air panas kembali pada biji yang tersisa. Pemangkasan bentuk mungkin diperlukan untuk membatasi penyebaran lateral tajuk mengingat habitus bercabangnya yang bebas. Kayunya adalah kayu yang berharga. Tanaman inang ini harus ditanam dengan jarak minimal 2 m dari pohon cendana mana pun, dan ditanam di tengah-tengah antara setiap pohon cendana kedua (yaitu berjarak 12 m).

6.7.6 Namariu (*Acacia spirorbis*)



Gambar 6.19 Habitus *A. spirorbis*, Tanna, Vanuatu (kiri) dan daun dan bunga (kanan)

Namariu adalah spesies inang yang sangat baik untuk tanaman cendana, terutama di Vanuatu, dan hidup di alam liar di semua pulau yang ditumbuhi populasi cendana alami. Area namariu yang alami merupakan indikator lokasi yang baik untuk menanam cendana. Namariu adalah pohon besar (tinggi 15–20 m, diameter 40–60 cm), berumur panjang dan dapat digunakan sebagai inang untuk lebih dari satu rotasi tanaman cendana (Gambar 6.19). Jika dipangkas dan dirawat untuk menghasilkan batang yang bersih dan lurus, kayunya dapat digunakan untuk konstruksi lokal dan pagar. Subspesies *spirorbis* endemik di Vanuatu dan Kaledonia Baru, sedangkan subspesies *solandri* endemik di Papua New Guinea dan Australia.

6.7.7 Waru/Siris putih (*Albizia procera*)



Figure 6.20 *A. procera* habit (main) and foliage (inset)

Berasal dari Australia, Asia Tenggara, dan India, waru atau *A. procera* adalah pohon besar yang menggugurkan daun di musim kering, bertumbuh cepat dengan kanopi terbuka, memiliki tinggi 30 m, seringkali dengan batang lurus hingga 9 m dan mencapai diameter 30–60 cm (Gambar 6.20). Ini adalah pohon koloni yang agresif dan berpotensi menjadi spesies invasif. Biji segar tidak memerlukan perlakuan awal, sedangkan biji yang disimpan bereaksi dengan baik terhadap perendaman dalam air panas (70–80 °C) selama 5 detik, lalu pindahkan biji dari panas langsung dan rendam dalam air dingin semalaman. Menabur benih ke tanah yang sudah disiapkan lebih berhasil daripada menanam dari pembibitan, asalkan kelembapan tanahnya bagus dan penyiangan dilakukan secara teratur. Tanaman inang ini harus ditanam dengan jarak minimal 3 m dari pohon cendana mana pun dan ditanam di tengah-tengah antara setiap pohon cendana kedua atau ketiga (yaitu berjarak 12–18 m). Pemangkasan bentuk mungkin diperlukan untuk menghasilkan batang yang halus untuk produksi kayu.

6.7.8 Tengguli/Golden Shower (*Cassia fistula*) dan Trengguli Wanggang atau cassia Jawa (*Cassia javanica*)



Gambar 6.21 *C. fistula* (kiri) dan bunga (kanan)



Gambar 6.22 *C. javanica* (kiri) dan bunga (kanan)

Berasal dari Asia, *C. fistula* dan *C. javanica* banyak dibudidayakan dan dinaturalisasi di banyak negara tropis. Ini merupakan pohon yang tumbuh cepat, berukuran sedang, dan menggugurkan daun secara penuh atau sebagian saat musim kemarau. Ketinggiannya rata-rata 25 m (kadang-kadang sampai 40 m) dan memiliki tajuk yang menyebar (Gambar 6.21 dan 6.22). Berkembang biak dengan biji yang berkecambah dari 7 hingga 30 hari. Direkomendasikan agar inang jangka panjang berukuran sedang hingga besar ini berjarak minimal 3 m dari pohon cendana mana pun dan hanya ditanam pada titik tengah antara setiap pohon cendana kedua atau ketiga (yaitu berjarak 12–18 m) sehingga tidak mendominasi pohon cendana selanjutnya dalam rotasi. Pemangkasan bentuk mungkin diperlukan untuk menghasilkan batang yang halus dan bagus untuk produksi kayu. Pohon ini akan tumbuh dengan kuat dan menghasilkan banyak trubusan akar (*root suckers*), yang perlu dikendalikan, dan dianggap sebagai gulma di banyak daerah.

6.7.9 Cemara laut atau nokonoko (*Casuarina equisetifolia*)



Gambar 6.23 *C. equisetifolia* ditanam (kiri), bunga betina (kanan atas) dan kerucut dari pohon betina (kanan bawah)

Berasal dari Pasifik, Asia Tenggara, dan Australia, pohon cemara laut ini telah digunakan secara luas sebagai tanaman inang cendana (Gambar 6.23). Pohon ini memberikan perlindungan yang baik dari angin tanpa menyaingi tanaman cendana. Pohon tumbuh dengan cepat tetapi dapat dengan mudah dikendalikan dengan pemangkasan minimal. Jarak tanam harus minimal 15 m × 6 m untuk memberikan ruang yang cukup bagi pertumbuhan dan perkembangan cendana. Pemangkasan dan penjarangan dapat digunakan untuk kayu bakar.

6.7.10 *Citrus* spp. (jeruk, pamplemousse, limau atau lemon)



Gambar 6.24 Tanaman inang jeruk mandarin untuk *S. yasi*, Vavau, Tonga (kiri) dan tanaman inang jeruk mandarin untuk *S. yasi*, Taveuni, Fiji (kanan)

Spesies Citrus sp. atau jeruk adalah spesies utama yang tidak mengikat nitrogen yang direkomendasikan sebagai tanaman inang cendana (Gambar 6.24). Namun, jika pohon jeruk tidak cukup dibandingkan dengan jumlah pohon cendana, jeruk dapat terbunuh oleh tanaman cendana. Pemanfaatan jeruk sebagai tanaman inang jangka panjang memiliki keuntungan dalam memberikan pendapatan tambahan selama proses pendewasaan pohon cendana, tetapi tanaman inang jeruk yang lebih baik (lebih kuat) cenderung lebih liar dengan nilai komersial yang lebih rendah, seperti lemon kasar, pomelo dan jeruk mandarin liar.

6.7.11 Poumuli atau namamau (*Flueggea flexuosa*)



Gambar 6.27 *L. leucocephala* tegakan (kiri), bunga (kanan atas) dan polong berbiji (kanan bawah)



Gambar 6.26. *flexuosa* yang tidak dipangkas (kiri), bunga (kanan atas) dan buah (kanan bawah)

Flueggea berasal dari Malesia, mulai dari Filipina hingga Kepulauan Solomon dan Vanuatu dan telah diperkenalkan ke beberapa pulau Pasifik lainnya. Spesies ini beradaptasi dengan dataran rendah, tropis lembap dan tumbuh dengan baik di berbagai jenis tanah. Pohon ini berukuran kecil hingga sedang, biasanya mencapai tinggi 10–15 m, dengan DBH sekitar 20–30 cm (Gambar 6.25 dan 6.26). Poumuli diperbanyak dengan menggunakan biji segar yang diekstraksi dari buah matang. Bijinya tidak memerlukan perlakuan awal sebelum disemai. Disarankan inang ini berjarak minimal 3 m dari pohon cendana mana pun dan hanya ditanam di titik tengah antara setiap pohon cendana kedua atau ketiga (yaitu berjarak 12–18 m) sehingga tidak mendominasi pohon cendana di kemudian hari dalam rotasi. Pohon ini memiliki bentuk batang yang baik dan menghasilkan kayu yang sangat tahan lama dan disukai untuk konstruksi bangunan (sebagai tiang tanah).

6.7.12 Lamtoro/Cassis (*Leucaena leucocephala*)



Gambar 6.27 *L. leucocephala* tegakan (kiri), bunga (kanan atas) dan polong berbiji (kanan bawah)

Lamtoro atau Cassis adalah pohon kecil dengan tinggi 3–15 m dan diameter 10–35 cm (Gambar 6.27). Ini adalah inang cendana yang potensial, terutama jika digunakan sebagai pakan untuk memberi makan ternak dalam sistem potong-angkut. Meskipun spesies ini eksotis di Pasifik, sering dijumpai pada populasi cendana liar di Vanuatu. Namun, lamtoro bersifat sangat kompetitif dan invasif, dan pertumbuhan cendana akan sangat berkurang jika pertumbuhan lamtoro tidak dikendalikan oleh pemangkasan berat dan penyiangan bibit alami. Lamtoro adalah indikator yang baik untuk tempat tumbuh yang cocok untuk tanaman cendana, tetapi kehati-hatian harus dilakukan untuk memastikannya tidak menjadi gulma.

6.7.13 Angsana atau Rosewood (*Pterocarpus indicus*)



Gambar 6.28 Habitus *P. indicus* (kiri), bunga (kanan atas) dan buah (kanan bawah)

Cendana di alam sering dijumpai tumbuh bersama dengan angšana atau rosewood, dan penelitian awal menunjukkan bahwa angšana adalah inang yang baik untuk cendana. Angšana atau rosewood ini berasal dari Asia Tenggara dan Pasifik utara. Angšana adalah pohon yang sangat besar, tingginya 25–35 hingga 48 m dan DBH hingga 2 m, dengan tajuk yang lebar dan menyebar (Gambar 6.28), oleh karena itu jarak tanam harus setidaknya 15 m × 6 m untuk memastikan bahwa pohon ini tidak mendominasi tanaman cendana dalam rotasi di kemudian hari. Tidak diperlukan perlakuan awal untuk perkecambahan biji, dan juga dapat diperbanyak secara vegetatif. Pohon ini menghasilkan kayu keras yang berharga dan, jika dikelola dengan pemangkasan, dapat menghasilkan produk komersial setelah dua rotasi tanaman cendana.

6.7.14 Tamarin atau Asam Jawa (*Tamarindus indica*)



Gambar 6.29 Habitus *T. indica* (kiri), bunga (kanan atas) dan buah (kanan bawah)

Tamarin atau Asam Jawa adalah pohon polongan yang selalu hijau, tumbuh lambat dan berumur panjang, tumbuh hingga ketinggian 30 m dalam kondisi baik (Gambar 6.29). Mengingat pertumbuhannya yang lambat, tamarin dapat ditanam setahun sebelum menanam cendana. Spesies ini sangat mudah beradaptasi, tumbuh sama baiknya di iklim savana tropis kering dan juga daerah dengan curah hujan tinggi dan teratur. Tumbuhan ini memiliki tajuk berbentuk tidak beraturan dan batang pendek serta tahan terhadap angin kencang dan topan. Kulitnya berwarna abu-abu gelap dan teksturnya pecah-pecah. Daunnya majemuk menyirip halus dengan 10-20 pasang anak daun yang lonjong. Polongnya yang panjang agak melengkung adalah ciri dari spesies ini, yang berisi 1-12 biji yang dikelilingi oleh daging buah berwarna oranye yang lengket dan asam manis. Daging buahnya digunakan secara luas sebagai komponen penyedap dalam kari, chutney dan masakan lainnya.



7 Gulma

7.1 Pentingnya pengendalian gulma

Setiap bibit yang baru ditanam membutuhkan luas lahan bebas gulma minimal 1 m² selama minimal 3 tahun. Penyebab paling umum kegagalan penanaman adalah pengendalian gulma yang tidak memadai selama tahun-tahun perkembangan. Ini berarti input tenaga kerja untuk pengendalian gulma perlu dipertimbangkan dalam setiap penanaman cendana baru.

Ada tiga bentuk pengendalian gulma yang efektif:

1. Pencabutan manual dilakukan selama musim hujan, ketika konservasi kelembapan tanah tidak menjadi masalah.
2. Pemotongan mekanis ('penyiangan') dengan arit, kored atau parang dilakukan selama musim kemarau, ketika konservasi kelembapan tanah penting (Gambar 7.1).
3. Kontrol kimiawi dengan herbisida selektif rumput atau herbisida kontak/knockdown dapat digunakan jika arah dan jumlah semprotan cukup dapat dikendalikan. Jenis herbisida ini umumnya terlalu mahal dan tidak dapat diakses oleh petani kecil. Herbisida spektrum luas sistemik (seperti glifosat) tidak boleh digunakan untuk alasan apa pun setelah cendana ditanam karena herbisida sistemik dapat berpindah melalui sistem vaskular gulma dan masuk ke cendana melalui haustoria, yang dapat menghambat pertumbuhan dan berpotensi membunuh cendana. Herbisida sistemik dapat digunakan sebelum penanaman untuk membersihkan lokasi penanaman dari gulma, tetapi ini harus dilakukan beberapa minggu sebelum penanaman.



Gambar 7.1 Pemotongan mekanis (penyiangan) rumput Guinea (*Megathyrsus maximus*) dengan arit semak

Beberapa tanaman rambat, yang secara lokal dikenal sebagai gulma tali, adalah yang paling bermasalah untuk menanam tanaman cendana di Vanuatu. Tanaman merambat ini termasuk *Neonotonia wightii* (kedelai liar/glisin), *Merremia peltata* (mantangan tali susu dan daun besar) dan *Mikania micrantha* (sembung rambat). Tanaman rambat ini dapat dikontrol dengan pemotongan manual, tetapi dapat tumbuh kembali dengan cepat (Gambar 7.2).



Pemotongan gulma secara mekanis



Kedelai



Cendana tumbuh subur dengan pengendalian gulma mingguan yang baik



Mantangan



Gulma yang tidak terkontrol dengan baik telah membanjiri tanda-tanda pohon muda cendana



Sembung rambat mengalahkan cendana

Gambar 7.2 Gulma rambat sangat bermasalah jika tidak dikontrol secara teratur dengan penyiangan mekanis. Gulma rambat seperti kedelai liar, mantangan, dan sembung rambat memiliki pertumbuhan yang cepat dan sangat bermasalah

Wedelia (*Sphagneticola trilobata*) di Vanuatu (Gambar 7.3) merupakan gulma tumbuh pendek yang menekan pertumbuhan cendana dan menyebabkan busuk batang. Satu-satunya cara untuk mengatasi gulma ini adalah dengan mencegahnya masuk ke dalam perkebunan dengan segera mencabutnya saat terlihat. Gulma ini bermasalah karena alasan berikut:

- Secara signifikan menekan pertumbuhan banyak pohon, termasuk cendana, karena memiliki sistem akar yang agresif, yang sedikit bersifat fitotoksik terhadap tanaman lain.
- Mendukung daerah jenuh air di sekitar pangkal batang cendana yang menyebabkan jamur seperti *Phellinus* spp. dan *Phytophthora* spp.
- Tidak ada metode pengendalian yang efektif dalam penanaman cendana. Penyiangan manual tidak cukup untuk menghilangkan gulma karena gulma tersebut dapat tumbuh kembali dari batang atau fragmen akar yang tersisa. Dimungkinkan untuk mengendalikan wedelia menggunakan metsulfuron-metil, tetapi herbisida ini juga akan mengakibatkan kematian atau deformasi yang signifikan pada pohon cendana.



Gambar 7.3 Wedelia (*S. trilobata*) adalah gulma pendek yang menekan pertumbuhan cendana dan menyebabkan busuk batang

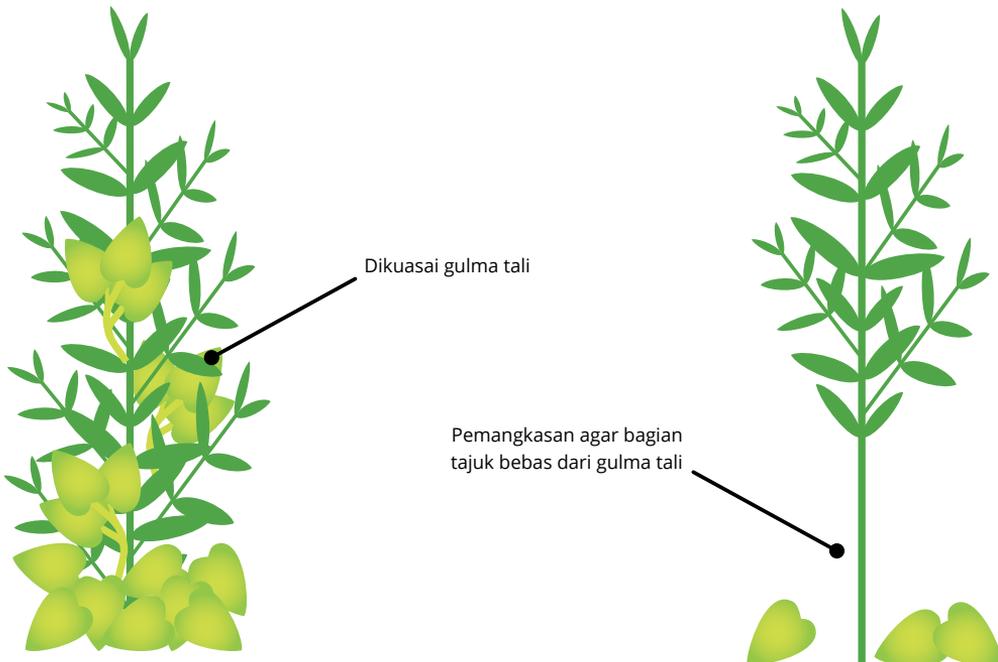
Di Fiji dan Tonga, *Spathodea campanulata* (kiacret/pohon tulip Afrika) dan *Tecoma stans* (terompet kuning) adalah gulma utama untuk penanaman cendana. Kedua gulma kayu eksotis ini, keduanya dalam keluarga Bignoniaceae, memberikan persaingan yang ketat dan terlalu menaungi tanaman cendana serta menjadi spesies pengubah ekosistem yang invasif lingkungan. Di Timor-Leste, gulma Siam atau rumput minjangan (*Chromolaena odorata*) merupakan tanaman invasif yang dapat dengan cepat mematikan tanaman muda. Di Papua New Guinea, alang-alang atau rumput kunai (*Imperata cylindrica*) sangat tidak bersahabat dengan pohon cendana, karena sistem perakarannya yang agresif dan mudah terbakar pada musim kemarau.

7.2 Pengendalian gulma – pencabutan dan pemangkasan

Jika menggunakan pengendalian gulma secara manual, yang terbaik adalah membersihkan sekitar pangkal masing-masing pohon cendana setiap 2–4 minggu selama 6–12 bulan pertama.

Gulma rambat sering harus dipotong atau dicabut (tergantung musim) setiap dua minggu setelah bibit ditanam. Sistem penyiangan ini perlu dipertahankan selama beberapa tahun, sampai pepohonan mulai menaungi gulma. Jika gulma tali terlalu besar, maka hanya bisa dipotong. Hanya tanaman gulma tali kecil yang bisa dicabut dengan mudah di musim hujan.

Jika gulma rambat menjadi masalah besar, cabang cendana yang posisinya di bagian bawah dapat dipangkas untuk 'mengangkat' tajuk pohon agar jauh dari tanah (Gambar 7.4). Sehingga, gulma rambat hanya bisa menempel pada bagian batang. Meskipun mungkin tidak mengurangi frekuensi penyiangan, langkah ini dapat membantu mengurangi waktu yang dihabiskan untuk menyiangi selama kunjungan ke lapangan.



Gambar 7.4 Cara menyiangi gulma rambat dan memangkas dahan-dahan cendana yang berada di posisi bawah untuk menjauhkan tajuk pohon dari permukaan tanah

7.3 Persaingan tanaman inang

Cendana tidak tumbuh dengan baik di bawah persaingan yang tinggi dengan tanaman lain, termasuk tanaman inang, untuk memperoleh nutrisi tanah, air dan cahaya.

Meskipun inang diperlukan untuk pertumbuhan cendana yang baik, sebagian besar dapat mengalahkan cendana jika terlalu rapat atau pertumbuhannya dibiarkan tidak terkendali.

Penanaman di antara semak-semak gulma sering menyebabkan pertumbuhan cendana terhambat, dengan daun menguning (Gambar 7.5).



Tanaman cendana menguning di semak lamtoro



tanaman cendana dengan kerapatan terlalu tinggi yang dikelilingi oleh cemara laut



Tanaman cendana dengan kerapatan terlalu tinggi dengan inang yang terlalu sedikit

Gambar 7.5 Contoh cendana padat dan pengaruhnya terhadap kesehatan dan pertumbuhan tanaman

7.4 Persaingan tanaman cendana

Pertumbuhan cendana sangat berkurang bila ditanam dengan kerapatan tinggi (jarak tanam kurang dari 3 m × 4 m). Meskipun pertumbuhan awal yang baik dapat dicapai pada kepadatan seperti itu, setelah 3-4 tahun pertumbuhan akan stagnan akibat persaingan antara pohon cendana untuk mendapatkan nutrisi tanah, air dan cahaya. Gambar 7.5 menunjukkan contoh-contoh parah dari efek penanaman dengan kerapatan tinggi. Pohon-pohon di gambar kanan atas dibatasi oleh kerapatan tanam yang tinggi (1,5 m × 1,5 m) dan tingginya jumlah pohon inang (pohon cemara laut) yang ditanam di sekitar tanaman cendana. Pohon-pohon di gambar bawah berumur 10 tahun; tampak kurus karena kepadatan tanaman cendana yang tinggi dan kurangnya jumlah inang jangka panjang.



8 Hama, penyakit, dan masalah produksi lainnya

8.1 *Phellinus noxius*

Phellinus noxius merupakan jamur infeksi akar (busuk akar coklat) yang berpotensi mematikan bibit dan pohon cendana (Gambar 8.1). Daun pohon yang terkena dampak akan dengan cepat berubah dari hijau menjadi coklat sebelum rontok dalam beberapa minggu setelah menunjukkan gejala pertama. Jika ada penyakit ini, kulit berwarna coklat yang merupakan tubuh buah jamur dapat terlihat di pangkal pohon.

Penyakit ini menyebar melalui sistem perakaran pohon yang terinfeksi, dan oleh karena itu infeksi dapat menyebar cepat ke pohon lain di perkebunan.



Gambar 8.1 Contoh infeksi *P. noxius* pada pohon cendana: (halaman kiri) busuk akar coklat di dasar batang cendana, dan (atas) tanaman cendana yang terinfeksi *Phellinus* kehilangan daunnya

8.1.1 Pencegahan *Phellinus*

Cara terbaik untuk mengendalikan *Phellinus* adalah dengan mencegah infeksi dengan:

- menghindari penanaman di daerah yang sudah terserang penyakit
- memilih lokasi yang memiliki drainase lancar dan datar atau hanya sedikit miring; karena; tanah yang tergenang air mendorong pertumbuhan jamur
- membuang semua tunggul hidup saat membuka lokasi baru, karena tunggul dan akar hidup adalah tempat yang paling mungkin bagi spora *Phellinus* untuk membentuk koloni baru; tunggul harus dibakar untuk memastikan benar-benar mati
- membiarkan lahan bera dalam waktu singkat setelah pembukaan, atau memastikan bahwa sampah dan akar pohon tua yang mungkin mengandung *Phellinus* telah membusuk
- menanam tanaman herba di dekat masing-masing pohon cendana, misalnya *Euphorbia tithymaloides* (sig-sag atau vinil) dan *Cordyline fruticosa* (hanjuang atau nangaria) diduga dapat membantu mencegah penyebaran infeksi, meskipun belum diketahui caranya
- menghindari penorehan yang tak perlu pada pohon cendana saat menggunakan arit atau parang semak
- Pemangkasan pada kondisi kering untuk membatasi kemungkinan infeksi pada batang yang terpotong dan untuk membantu penyembuhan luka secara cepat (karena tanaman cendana tumbuh dengan cepat pada musim kemarau)
- menghindari perpindahan tanaman yang terinfeksi ke dalam perkebunan cendana.

8.1.2 Penanganan *Phellinus*

Mengontrol *Phellinus* bisa jadi sulit. Ketika satu pohon terinfeksi oleh jamur, penting untuk mengurangi penyebarannya ke pohon lain di perkebunan dengan cara:

- mengurangi jumlah orang yang berjalan-jalan dan menyentuh bagian pohon yang terserang dan kemudian menyentuh pohon lain (yang sehat) tanpa mencuci tangan dan kaki mereka dengan sabun dan air
- memindahkan dan membakar cabang yang tumbang dari perkebunan
- membuat piringan lebar (diameter 5–10 m) di tanah dan menggantinya dengan cangkul, mengelilingi pohon yang terserang, untuk memotong akarnya
- mendesinfeksi semua alat yang digunakan pada pohon yang terinfeksi dengan mencucinya menggunakan sabun dan air, kemudian menaruhnya di api atau air mendidih sebelum menggunakannya di pohon yang sehat.

Pada tanda pertama gejala, seperti daun yang mengering, beberapa petani percaya bahwa metode pengendalian berikut membantu mengurangi penyebaran infeksi:

- Tanam tanaman herba yang berdekatan dengan setiap pohon cendana (misalnya sig-sag, hanjuang).
- Buat lubang di sekitar batang pohon cendana yang terkena dampak dan taruh banyak potongan lemon semak di zona akar langsung, seperti yang dilakukan pada produksi kopi di Tanna.

Jika sebuah pohon mati karena *Phellinus*, akan tetap menjadi sumber infeksi bagi pohon lain. Pohon mati harus dibakar di lokasi untuk membunuh penyakit yang tersisa di kayu dan tanah. Penting juga untuk menggali dan mematahkan akar untuk mengurangi pergerakan jamur di sepanjang akar ke pohon lain di perkebunan. Pohon dewasa dapat diselamatkan untuk diambil kayu terasnya, meskipun seringkali penyakit menurunkan kualitasnya (lihat Bagian 11.3).

8.2 Bercak hitam daun

Blackspot atau bercak hitam adalah penyakit jamur yang menyerang daun cendana, terutama pada pohon muda (Gambar 8.2). Meskipun blackspot biasanya tidak membunuh pohon, ini merupakan indikasi bahwa kondisi lingkungan terlalu lembap untuk tanaman cendana. Blackspot dapat muncul sewaktu-waktu, dan kehadirannya akan bergantung pada variasi lingkungan musiman. Jika blackspot bertahan hampir sepanjang tahun, ini merupakan indikasi yang baik bahwa iklim tidak ideal untuk menanam tanaman cendana. Pengaruh blackspot pada laju pertumbuhan dan pembentukan kayu teras belum diketahui.



Gambar 8.2 Bercak hitam daun pada tanaman cendana

8.3 Bibit layu, rebah dan mati pucuk

Kematian bibit cendana muda akibat penyakit di dalam pembibitan tersebar luas di Timor-Leste dan dapat terjadi di tempat lain di Pasifik. Gejalanya meliputi layu bibit, lesi daun, pengelupasan batang dan akhirnya mati pucuk. Penyakit ini menyebabkan kematian biji yang signifikan hingga 80–90% (Gambar 8.3), terutama pada kondisi basah dan lembap.

Kanopi bibit menampilkan tiga gejala yang khas:

1. luka terkelupas atau lesi pada batang (Gambar 8.4)
2. daun layu/lesi dan rebah (Gambar 8.5)
3. batang terkelupas dan mati pucuk.



Gambar 8.3 Kematian bibit yang signifikan terkait dengan penyakit layu bibit di Timor-Leste



Gambar 8.4 Gejala lesi batang menyebabkan pengelupasan dan daun rontok di atas area lesi



Gambar 8.5 Layu daun dan lesi yang tampak pada bibit cendana muda

Kondisi berikut cenderung meningkatkan timbul dan berkembangnya penyakit jamur:

- Hujan terus-menerus dan kebasahan daun terkait. Jumlah hari hujan berturut-turut bisa jadi lebih berpengaruh daripada total tingkat presipitasi.
- Pohon lebat di dekat areal pembibitan, dan/atau kombinasi awan tebal dan kain naungan.
- Jarak tanam bibit cendana yang rapat mengurangi aliran udara, meningkatkan kelembapan dan memudahkan perpindahan penyakit.
- Pertumbuhan dan kelimpahan inang pot yang tumbuh dan mengalahkan tanaman cendana. Ini memiliki tiga efek:
 - meningkatkan kelembapan dan mengurangi aliran udara di antara bibit
 - menyediakan inang alternatif untuk penyakit tersebut
 - Mengurangi kekuatan cendana. Penting untuk dicatat bahwa meskipun merupakan parasit akar, cendana muda dapat dikalahkan oleh inangnya.

8.3.1 Metode pengendalian berbasis agrikultur

Timbulnya penyakit jamur dapat dikurangi dengan:

- menggunakan media pot/tanah bagian atas yang bersih dan bebas penyakit
- menggunakan media pot yang dikeringkan dengan baik untuk mengurangi genangan air
- menanam bibit di atas bangku yang ditinggikan atau substrat (batuan) yang dapat dikeringkan dengan lancar
- mensterilkan permukaan benih sebelum disemai.

Insiden penyakit mungkin dapat dibatasi oleh praktik agrikultur berikut:

- Pangkas inang pot untuk mengurangi kelembapan dan meningkatkan aliran udara.
- Keluarkan semua tanaman mati dari pembibitan.
- Isolasi tanaman yang sakit di area khusus dan terpisah di pembibitan.
- Buang daun yang mati atau terserang di pembibitan.
- Kurangi kerapatan tanaman dengan jarak tanam yang lebih lebar.
- Sortir bibit berdasarkan ukuran dan kesehatannya.
- Tingkatkan ketersediaan cahaya di area pembibitan untuk membantu meningkatkan pertumbuhan cendana dan mengurangi kelembapan.
- Tingkatkan aliran udara di pembibitan untuk mengurangi kelembapan.
- Sirami bibit sesuai kebutuhan bibit daripada jadwal rutin.
- Jika memungkinkan, batasi kebasahan daun dengan menanam di bawah plastik polietilen bening.

8.4 Serangga penghisap getah dan penggundul daun

Berbagai serangga penghisap getah terdapat pada pohon cendana, termasuk kutu putih dan kutu daun (ordo Hemiptera), dan penggerek kumbang (ordo Coleoptera) (Gambar 8.6). Serangga ini banyak terdapat di area lokal dan pada waktu tertentu dalam setahun, tetapi tidak ada yang dianggap sebagai hama tanaman cendana yang serius. Serangga ini lebih umum dijumpai pada pohon muda yang lebih lemah atau dalam kondisi stres, dan jarang terjadi pada pohon yang tumbuh dengan kuat.

Metode terbaik untuk mengendalikan hama ini adalah dengan memastikan bahwa pohon cendana ditanam di tempat yang tepat, dengan pengendalian gulma yang baik. Praktik semacam ini akan membantu meningkatkan kekuatan pohon dan memastikan hama tidak menjadi masalah.

Kutu putih dan kutu daun dapat dikendalikan menggunakan pestisida minyak putih/minyak mineral; namun demikian, penyemprotan harus diterapkan hanya pada hama (penyemprotan besar-besaran tidak boleh digunakan), untuk menghindari pembunuhan serangga menguntungkan yang bukan sasaran.

Beberapa serangga, seperti kepik (ordo Coleoptera, famili Coccinellidae), dapat menjadi pemangsa kutu putih dan kutu daun yang efektif, dan keberadaannya di perkebunan harus didukung.

Pohon yang dihinggapi kutu putih atau kutu daun sering ditutupi dengan embun manis yang lengket, yang merupakan produk sampingan yang manis dari makanan. Embun manis ini dapat mendorong pertumbuhan blackspot, dan mengundang kedatangan semut yang mencari gula yang tersedia.

Bibit cendana muda juga rentan terhadap serangga penggundul daun seperti belalang dan ulat bulu. Meskipun hama ini belum tentu merupakan masalah yang tersebar luas, wabah yang terisolasi berpotensi menghancurkan tanaman muda hingga usia 2 tahun. Hama ini dapat dikendalikan melalui pemusnahan manual, terutama pada tahap awal infestasi. Jika populasi hama mulai menumpuk, maka aplikasi insektisida kimia mungkin diperlukan untuk mengendalikannya.



Gambar 8.6 Kutu putih (kiri) dan kumbang penggerek (kanan) dapat merusak bibit cendana muda

8.5 Masalah inang pot di lapangan

Tanaman cendana berkinerja paling baik saat inang pot (*Alternanthera*) bertahan di lapangan selama 1–2 tahun. Dalam kondisi musim hujan penting untuk memantau dan memotong/menarik kembali inang pot yang tumbuh di sekitar batang pohon cendana muda. Dua alasan utama adalah: (1) inang pot terkadang dapat mengikat/membungkus batang cendana dan menyebabkan pembusukan dan pengelupasan sebagian atau seluruhnya; dan (2) di beberapa daerah di Timor-Leste inang pot dapat menampung siput yang dapat memakan kulit luar tanaman cendana (Gambar 8.7). Kedua masalah ini dapat menyebabkan kematian bibit dan kondisi ini dapat diperburuk oleh curah hujan tinggi dan pertumbuhan inang pot yang padat di sekitar batang. Ini dapat dengan mudah diperbaiki dengan memotong atau menarik kembali *Alternanthera* dari sekitar batang cendana.



Gambar 8.7 Kerusakan kulit batang akibat inang pot membungkus dan menyebabkan pembusukan di sekitar batang (kiri) dan siput (sisipan kanan) menyebabkan kerusakan kulit pada bibit muda (kanan). Kedua sumber kerusakan ini dapat menyebabkan kematian bibit di lapangan

Foto: Luis Almeida

8.6 Puru Daun

Puru atau gall pada daun adalah hama pohon cendana yang serius dan dapat menyebabkan penurunan kesehatan dan kekuatan yang signifikan (Gambar 8.8). Puru daun adalah masalah khusus di Timor-Leste dan ditemukan di seluruh negeri. Puru ini disebabkan oleh larva lalat atau tawon yang tidak (belum) dikenal. Larva memakan daun yang menyebabkan deformasi parah. Tunas muda paling terpengaruh oleh masalah ini, yang dapat menyebabkan hilangnya pertumbuhan sepenuhnya pada musim itu. Skala masalah ditentukan oleh tingkat keparahan infeksi. Sedikit yang diketahui tentang hama ini dan metode pengendaliannya, tetapi pada tahap ini tampaknya pohon yang mengalami stres lebih rentan terhadap puru daun. Puru daun sering mendorong infeksi sekunder berupa sisik putih (Gambar 8.9). Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi hama serangga ini dan menentukan metode pengelolaan dan pengendaliannya.



Gambar 8.8 Serangga puru daun menyerang daun (kiri) dan pucuk baru (kanan) tanaman cendana di Timor. Penyakit puru sering diikuti dengan serangan sisik daun putih (kanan)



Gambar 8.9 Serangga sisik daun dapat menyebar di beberapa daerah

8.7 Ulat bulu pemakan daun yang membentuk jaring

Pohon cendana di Timor-Leste rentan terhadap defoliiasi yang disebabkan oleh ulat bulu yang membentuk koloni besar di dalam sarang seperti jaring sutra (Gambar 8.10). Meskipun koloni ini dapat ditemukan pada pohon dewasa yang besar, tampaknya tidak menyebabkan kerusakan yang berarti. Namun, hama ini dapat sepenuhnya menumbangkan pohon cendana muda (1–3 tahun) di perkebunan. Hal ini dapat mengurangi kesehatan dan kekuatan pohon dan penggundulan berulang dapat menyebabkan kematian pohon. Oleh karena itu, pengendalian hama ini direkomendasikan dengan menargetkan penghilangan koloni melalui pengendalian secara fisik (manual), aplikasi pestisida maupun perlakuan api (pembakaran).



Gambar 8.10 Ulat bulu pemakan daun dengan jaring membentuk koloni pada kulit pohon dewasa. Mereka memakan daun cendana (kiri) dan dalam kondisi tertentu menggugurkan pohon muda yang ditanam (kanan)

Foto: Luis Almeida

8.8 Hewan yang merumput dan mencari makan

Daun dari semua spesies tanaman cendana muda sangat cocok untuk berbagai hewan yang sedang mencari makan. Baik hewan liar maupun hewan ternak/peliharaan dapat memakan pohon muda muda dan sangat mengurangi peluang kelangsungan hidup tanaman (Gambar 8.11). Pohon cendana mungkin harus berumur minimal 5 tahun sebelum dapat mentolerir hewan yang memakan daunnya. Ini khususnya menjadi masalah di beberapa daerah di Timor-Leste dan Indonesia di mana terdapat banyak sekali hewan penggembalaan di masyarakat termasuk kambing, sapi dan kuda. Di Papua New Guinea dan Vanuatu, babi (baik liar maupun domestik) dapat menjadi masalah khusus ketika kayu cendana ditanam di dekat umbi-umbian. Ketika babi menggali untuk mencari tanaman akar, mereka akan mencabut dan/atau mengganggu bibit cendana muda dan menyebabkan kerugian yang signifikan.

Satu-satunya metode yang efektif untuk mengendalikan ternak adalah dengan menjauhkan hewan dari areal penanaman. Hal ini dapat dilakukan dengan menambat, memasang pengaman pohon atau memagari perkebunan. Tanpa kendali seperti itu, hewan yang mencari makan ini dapat sepenuhnya menghancurkan perkebunan cendana muda. Di daerah di mana babi menjadi masalah, menghilangkan tanaman umbi di sekitar cendana dapat membatasi masalah ini.



Gambar 8.11 Hewan yang mencari makan dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada pohon cendana muda

8.9 Predasi buah oleh burung

Daging buah cendana yang manis merupakan makanan yang disukai banyak jenis burung. Konsumsi buah oleh burung membatasi jumlah biji yang dapat dikumpulkan untuk ditanam atau dijual. Masalah akan menjadi lebih besar saat pohon-pohon ini tumbuh di lokasi terpencil, karena burung dibiarkan bebas di lokasi ini untuk jangka waktu yang lama, sehingga banyak buah cendana yang dikonsumsi, dan sulit bagi petani untuk mengumpulkan biji secara teratur.

Menanam penanaman baru berupa tanaman pakan burung di dekat desa atau area kebun akan membantu petani memelihara pohon cendana dan membatasi kehilangan biji karena dimakan burung.

Pohon cendana yang merupakan sumber benih yang sangat berharga dapat dilindungi dengan menggunakan jaring di atas tajuk atau cabangnya. Cara lain, meski efeknya terbatas, adalah menggantungkan benda-benda berkilau di dahan pohon untuk mengalihkan perhatian dan menakut-nakuti burung. Orang-orangan sawah juga bisa efektif. Namun, banyak burung yang cepat mengetahui trik ini, jadi penting untuk menempatkan benda-benda ini di perkebunan hanya saat buah matang dan segera membuangnya setelah petani selesai memanen buah.

8.10 Genangan air dan/atau permukaan air yang tinggi

Semua spesies cendana tidak toleran terhadap genangan air dan akan menjadi kuning dan kerdil dalam kondisi seperti itu. Cendana yang tumbuh di lokasi dengan permukaan air yang tinggi akan tumbuh dengan baik dalam beberapa tahun pertama, tetapi pertumbuhannya secara bertahap akan menurun, daun akan menguning, dan pohon akan menjadi lebih rentan terhadap hama dan penyakit. Cendana cenderung tumbuh paling baik ketika ada periode kering yang jelas pada suatu waktu dalam setahun.

8.11 Api

tanaman cendana tidak tahan terhadap api dan akan mati meskipun terkena api dengan intensitas rendah (Gambar 8.12). Spesies yang paling rentan termasuk *S. album*, *S. yasi* dan *S. austrocaledonicum*. Sementara itu, *S. macgregorii* dan *S. lanceolatum* memiliki kulit kayu yang lebih tebal dan memiliki toleransi sedang terhadap kebakaran dengan intensitas rendah. Keberadaan bahan bakar di perkebunan rakyat cendana harus dijaga agar berada dalam kondisi seminimal mungkin dengan menyingkirkan rumput dan puing-puing kayu dari lokasi. Selama periode kering, kehati-hatian harus dilakukan untuk membatasi orang yang menyalakan api di sekitar dan searah angin ke perkebunan cendana. Di Papua New Guinea di mana cendana ditanam di padang rumput penuh alang-alang (kunai), risiko kebakaran sangat tinggi. Alang-alang harus dihilangkan dari lokasi sebelum penanaman, baik melalui pembajakan dan/atau herbisida. Sekat bakar di sekeliling perkebunan cendana harus dipertahankan sepanjang musim kemarau. Sekat bakar hijau juga dapat dipertimbangkan dengan menanam spesies seperti mengkudu (*Morinda citrifolia*) atau mangga (*Mangifera indica*) dan menjaga lapisan tanah bebas dari puing-puing.



Gambar 8.12 Cendana tumbuh di daerah yang rawan kebakaran pada musim kemarau (kiri). Pepohonan memiliki toleransi terbatas terhadap api dan mati karena paparan api (kanan)

8.12 Topan

Idealnya, penanaman cendana harus dilakukan di daerah dengan perlindungan angin yang baik, untuk membatasi kerusakan akibat topan (Gambar 8.13). Pemanfaatan pohon penahan angin yang diketahui toleran terhadap angin kencang, seperti Cemara laut (*Casuarina equisetifolia*), dapat mengurangi kecepatan angin di perkebunan cendana. Pohon cendana cenderung patah karena angin topan tetapi dapat pulih melalui pertumbuhan baru dari batang yang rusak. Pohon dengan batang yang patah harus dipangkas dengan gergaji untuk memberikan potongan bersih yang baik untuk mencegah masuknya air dan pembusukan batang utama. Ada bukti bahwa spesies asli Pasifik (*S. yasi*, *S. austrocaledonicum* dan *S. lanceola-tum*) mungkin lebih tahan topan daripada spesies seperti *S. album* dan *S. macgregorii*. Pohon cendana cenderung tertiup angin di tanah subur yang dalam dengan curah hujan tinggi dan permukaan air tanah yang tinggi. Di lokasi seperti itu, pohon cendana umumnya tidak membentuk sistem akar yang cukup dalam untuk menambatkan diri. Tanaman cendana yang tertiup angin dapat pulih melalui proses mengangkat dan menopang batang secara bertahap selama beberapa bulan. Pohon yang dipelihara dengan cara ini akan membangun kembali tajuk dan sistem akarnya. Topan dapat menyebabkan pembentukan 'kayu air' (lihat Bagian 11.3) dengan mengorbankan kayu teras yang bernilai tinggi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan apakah kayu air dapat berkembang lebih jauh menjadi kayu teras sejati seiring waktu.



Gambar 8.13 Pohon cendana yang rusak karena topan: *S. yasi* (kiri) dan *S. austrocaledonicum* (tengah dan kanan)

8.13 Sengatan matahari

Sengatan matahari adalah masalah di lingkungan yang tidak memiliki naungan yang memadai dan pohon serta dahan utamanya terpapar sinar matahari penuh (Gambar 8.14). Ini dapat diperparah ketika panas matahari terpantul pada tanah yang gelap dan gundul yang juga kekurangan vegetasi atau mulsa tanah. Sengatan matahari dapat menembus kayu teras bagian dalam, membuatnya lebih rentan terhadap penyakit lain (lihat Bagian 8.16).



Gambar 8.14 Sengatan matahari banyak dijumpai pada sisi-sisi pohon yang terkena panas matahari

8.14 Penebasan kulit pohon

Luka tebasan kulit pohon (Gambar 8.15) biasanya terjadi karena terkena arit atau parang semak, baik secara sembarangan (vandalisme) atau secara sistematis (menandai kepemilikan). Tebasan kulit pohon lebih sering ditemui di daerah dengan lalu lintas pejalan kaki yang tinggi (vandalisme) atau di mana orang berusaha menandai kepemilikan pohon untuk membatasi pencurian. Pengaruh penebasan kulit pohon terhadap kesehatan dan kekuatan pohon bergantung pada tingkat keparahannya, dan di beberapa desa praktik ini telah dilarang.



Gambar 8.15 Penebasan kulit pohon secara sistematis sebagai cara untuk menandai kepemilikan atau perusakan pohon lain. Efek kerusakan pada kulit pohon ini pada kesehatan dan kekuatan pohon tergantung pada tingkat keparahannya

8.15 Kerusakan karena pemeriksaan kayu teras

Kerusakan saat pemeriksaan kayu teras adalah kerusakan yang disebabkan oleh orang yang memotong batang utama untuk memeriksa perkembangan kayu teras (Gambar 8.16). Teknik ini menyebabkan kerusakan signifikan pada pohon karena:

- mengurangi pertumbuhan karena terpotongnya jaringan pembuluh yang menghubungkan akar dan daun
- menciptakan luka untuk masuknya patogen dan jamur pembusuk kayu
- menyebabkan kelemahan pada batang, membuatnya lebih rentan dipatahkan oleh angin kencang.

Jika harus memeriksa perkembangan kayu teras pada pohon, ini harus dilakukan dengan membuat potongan kecil pada cabang dan/atau akar. Meskipun metode ini memiliki masalah yang mirip dengan pemeriksaan kayu teras di batang utama, metode ini tidak terlalu invasif. Sebagai alternatif, dapat digunakan mata bor kecil (6 mm) untuk mengebor pohon dan serutan kayunya dapat dikumpulkan untuk diperiksa keberadaan dan kedalaman kayu terasnya. Praktisi yang terampil dapat memeriksa intensitas keharuman kayu untuk memahami kematangan kayu teras. Meskipun pengeboran memiliki masalah dengan kemungkinan masuknya serangga dan patogen lain ke dalam lubang, pada pohon yang kuat, kulit kayu dapat tumbuh dengan cepat di atas luka.



Gambar 8.16 Contoh kerusakan pemeriksaan kayu teras yang parah

8.16 Busuk kayu teras

Jamur, bakteri, dan patogen lainnya dapat menyebabkan busuk kayu teras pohon cendana. Mereka masuk melalui luka atau kerusakan di mana kayu teras terbuka (misalnya patah cabang dalam badai). Pohon lebih rentan terhadap ini jika stres. Tubuh buah jamur pada batang merupakan tanda bahwa pohon tersebut terinfeksi (Gambar 8.17 kiri) dan lama kelamaan dapat menyebabkan kematian pohon (Gambar 8.17 kanan).



Gambar 8.17 Seiring berjalannya waktu, pembusukan kayu teras pada cendana (kiri) dapat menyebabkan kematian pohon (kanan)



9 Pertumbuhan pohon dan kayu teras, dan sifat kayu teras

9.1 Tingkat pertumbuhan pohon

Sebagian besar data yang telah dikumpulkan tentang tingkat pertumbuhan kayu cendana menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan diameter rata-rata sekitar 1 cm/tahun (pada ketinggian 20–30 cm di atas permukaan tanah) biasa terjadi di lokasi yang sesuai. Jika Anda tidak mencapai ini, secara rata-rata selama beberapa tahun, ini mungkin menunjukkan ada masalah dengan lokasi dan/atau pengelolaan Anda, misalnya kurangnya inang yang sesuai. Kami merekomendasikan untuk mengikuti arahan dalam panduan ini untuk memberikan peluang terbaik dalam mencapai tingkat pertumbuhan yang tinggi dan perkembangan kayu teras yang baik.

Sangat menarik bahwa data yang dikumpulkan sejauh ini dari berbagai spesies dan lokasi cendana menunjukkan tingkat pertumbuhan diameter rata-rata sekitar 1 cm/tahun adalah normal, walaupun variasi yang signifikan di sekitar rata-rata ini juga cukup umum. Misalnya, inventaris dan pengukuran ulang *S. yasi* dan *S. album* dari berbagai umur dan tumbuh dalam berbagai kondisi di Fiji dan Tonga menunjukkan pertumbuhan sekitar 1 cm/tahun. Oleh karena itu, *S. yasi* dapat mencapai ukuran yang dapat dipanen (diameter 20–25 cm pada ketinggian 20–30 cm di atas permukaan tanah dengan perkembangan kayu teras yang besar) dalam waktu 25 tahun.

Demikian pula, dalam perbandingan tingkat pertumbuhan cendana di bawah empat rezim pengelolaan di Vanuatu (Gambar 9.1), diameter batang diukur pada jarak 10 cm di atas permukaan tanah pada 1.685 pohon cendana *S. austrocaledonicum* yang ditanam di bawah empat rezim pengelolaan di lima pulau (Santo, Ma-lekula, Efate, Erromango dan Tanna). Tanaman cendana yang ditanam dalam kondisi komersial memiliki tingkat pertumbuhan yang jauh lebih tinggi daripada tanaman cendana di bawah semua rejim pengelolaan lainnya, terutama karena perhatian terhadap penanaman pohon inang dan penambahan pupuk. Namun, tidak ada perbedaan statistik antara kebun baru dan rezim penyuburan dalam rata-rata tingkat pertumbuhan diameter basal yaitu 10,8 mm/tahun di bawah kedua rezim. Pohon yang ditanam di area kebun tua memiliki tingkat pertumbuhan yang jauh lebih rendah daripada pohon yang ditanam di bawah rezim pengelolaan lainnya. Meskipun 93% data dikumpulkan dari pohon berumur 10 tahun ke bawah, perbedaan tingkat pertumbuhan awal ini cenderung bertahan di tahun-tahun selanjutnya.



Rata-rata peningkatan tahunan diameter batang basal (pada 10 cm di atas permukaan tanah) di bawah berbagai rezim pengelolaan.

Gambar 9.1 Tingkat pertumbuhan cendana di bawah empat rejim pengelolaan berbeda yang digunakan di Vanuatu

Di Papua New Guinea, tingkat pertumbuhan spesies lokal *S. macgregorii* sangat bervariasi antar penanaman, tergantung pada pemilihan lokasi dan pemeliharaan, dengan tingkat pertumbuhan saat ini berdiameter sekitar 1 cm/tahun (pada 20–30 cm di atas permukaan tanah) untuk penanaman yang terpelihara dengan baik. Namun, penggunaan pembajakan mekanis di lokasi, pengendalian gulma yang baik, jarak tanam yang memadai (4 m × 5 m) dan penggunaan tanaman inang untuk mendorong pertumbuhan awal yang sangat baik dapat menghasilkan tingkat pertumbuhan hingga 2 cm/tahun.

Dari pengukuran *S. album* yang ditanam di Timor-Leste, tingkat pertumbuhan diameter batang (20 cm di atas permukaan tanah) untuk penanaman yang dikelola dengan baik adalah antara 0,9 dan 1,1 cm/tahun. Untuk penanaman tanpa inang yang cukup atau ditanam dalam persaingan tinggi, tingkat pertumbuhan batang berkisar antara 0,45 – 0,75 cm/tahun.

Tingkat pertumbuhan *S. lanceolatum* berumur 2 tahun dalam kondisi perkebunan di Cape York, Queensland, memperoleh rata-rata diameter setinggi dada di atas kulit kayu (DBHOB) sebesar 1,2 cm/tahun untuk lahan beririgasi dan 0,45 cm/tahun untuk lahan tidak beririgasi.

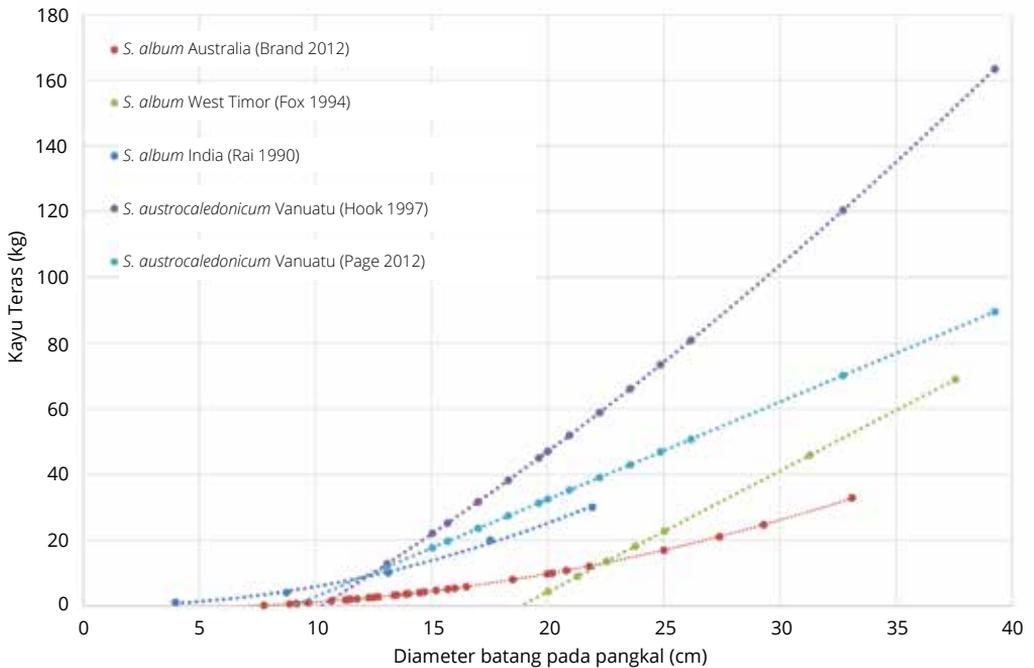
9.2 Perkembangan kayu teras

Nilai kayu cendana terletak pada kayu terasnya yang harum, dan karena itu perkembangan kayu teras sangat penting. Tingkat perkembangan kayu teras sangat bervariasi antar spesies, tetapi juga antara masing-masing pohon dalam satu spesies. Tingkat perkembangan kayu teras dipengaruhi oleh usia saat pohon memulai proses tersebut. Biasanya, semakin awal kayu teras mulai berkembang (yaitu pada pohon muda), semakin besar volume kayu teras yang tersedia saat panen (Gambar 9.2 dan 9.3).



Gambar 9.2 Memeriksa inti yang diambil dari pohon *S. yasi* di Tonga untuk melihat perkembangan kayu teras

Banyak petani tanaman cendana yang berpengalaman menilai bahwa tingkat perkembangan kayu teras sangat terkait dengan jenis tanah, curah hujan dan tingkat penyinaran matahari pada tajuk pohon cendana. Petani yang paling berpengalaman mengatakan bahwa tanaman cendana berkembang dengan cepat ketika ditanam di tanah dangkal atau tanah dengan inklusi batu tingkat tinggi, bersama dengan periode kemarau tahunan yang jelas dan paparan sinar matahari penuh. Periode panen yang diharapkan dalam kondisi ini adalah 15–20 tahun, tetapi bisa mencapai 30–40 tahun untuk pohon yang tumbuh di area dengan tanah subur yang dalam, curah hujan yang tinggi dan merata sepanjang tahun, dan kanopi yang teduh. Diperlukan lebih banyak penelitian untuk menentukan penyebab spesifik perkembangan kayu teras dan bagaimana perbedaannya antara spesies dan lokasi.



Gambar 9.3 Perkembangan kayu teras yang disampaikan oleh lima penulis untuk *S. album* dan *S. austrocaledonicum*, pada diameter yang diukur dari pangkal batang (pada jarak 0,2 sampai 0,3 m dari permukaan tanah). Data Rai (1990), Fox (1994) dan Hook (1990) didasarkan pada data DBH orisinal, sedangkan faktor konversi sebesar 1,25 (*S. austrocaledonicum*) hingga 1,3 (*S. album*) digunakan untuk menghitung diameter basal.

9.3 Sifat kayu teras

Nilai pohon cendana sangat ditentukan oleh berat kayu terasnya dan konsentrasi serta komposisi minyaknya.

Penentuan tingkat perkembangan kayu teras pada pohon cendana penting dilakukan karena akan mempengaruhi lamanya rotasi komersialnya. Berat kayu teras selalu dibatasi oleh, atau bergantung pada, ukuran pohon. Pohon yang lebih besar biasanya memiliki volume kayu teras yang lebih besar.

Umur pohon juga memiliki pengaruh positif pada konsentrasi dan kualitas minyak kayu teras, dengan pohon yang lebih tua (20+ tahun) terutama mengandung kayu teras dalam jumlah yang baik.

Nilai produk kayu cendana tergantung pada konsentrasi (jumlah) dan kualitas (aroma) minyak yang terkandung di dalamnya.

- **Konsentrasi minyak** dalam kayu teras dapat berkisar antara 1 sampai 8%, dan biasanya kayu teras dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan memiliki aroma yang lebih kuat. Bagaimanapun, kekuatan wewangian merupakan penilaian penciuman yang sangat subyektif dan oleh karena itu dapat menyesatkan untuk menggunakannya sebagai indikator nilai kayu yang dapat diandalkan.
- **Kualitas minyak** dinilai dari jenis aroma/wangi yang dihasilkan cendana. Meskipun semua kayu cendana memiliki aroma yang serupa, ada perbedaan halus yang dapat dideteksi oleh konsumen yang cerdas. Kualitas aroma berhubungan langsung dengan kombinasi berbagai senyawa kimia yang terkandung di dalam minyak. Santalol (baik α -santalol dan β -santalol) adalah yang paling penting dan secara luas digambarkan memiliki aroma 'lembut dan wangi kayu'.

Hasil minyak dan komposisi minyak bervariasi antara jenis kayu dan bagian pohon (akar, tunggul, batang dan cabang) (Gambar 9.4), dengan konsentrasi minyak dan santalol tertinggi ditemukan di akar dan tunggul utama, yang menurun secara vertikal dari pohon ke cabang (Moretta 2001; Baldovini et al. 2011; Braun et al. 2014).

Umur (kematangan) pohon juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas kayu teras, dengan pohon yang lebih tua dan lebih besar biasanya menghasilkan volume kayu teras yang lebih besar dengan konsentrasi minyak dan kandungan santalol yang lebih tinggi daripada pohon muda yang kecil (Subasinghe et al. 2013). Seiring bertambahnya usia pohon, ukuran (diameter) kayu teras di dalam pohon meningkat sehingga volume kayu teras yang lebih besar dapat ditemukan pada pohon yang lebih tua (Page et al. 2010).

Dahan (batang kecil)

Kayu teras ditemukan di bagian atas batang pohon yang lebih muda dan cabang pohon yang berumur lebih dari 20 tahun. Bagian ini biasanya memiliki jumlah kayu teras paling sedikit dan konsentrasi minyak terendah dari semua bagian tanaman.

Batang (log)

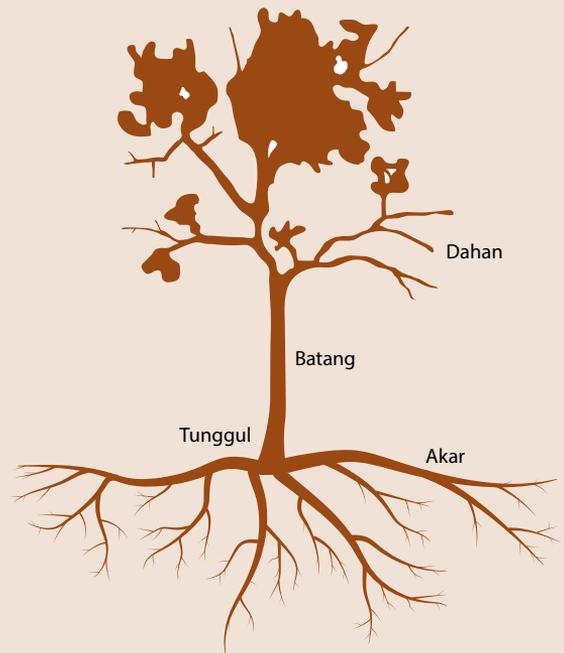
Sebagian besar kayu teras ditemukan di bagian bawah batang dan akan semakin berkurang seiring dengan meningkatnya tinggi batang.

Tunggul

Kayu teras yang paling kaya minyak terletak di tunggul.

Akar

Akar utama juga dapat mengandung kayu teras tetapi, seperti cabang, kayu teras pada akar terutama ditemukan pada pohon yang lebih tua.



Gambar 9.4 Minyak kayu teras terkandung di dalam akar, tunggul, batang dan dahan utama pohon cendana

9.4 Referensi

- Baldovini N, Delasalle C and Joulain D (2011) 'Phytochemistry of the heartwood from fragrant *Santalum* species: a review', *Flavour and Fragrance Journal*, 26:7–26.
- Brand JE, Norris LJ and Dumbrell IC (2012) 'Estimated heartwood weights and oil concentrations within 16-year-old Indian sandalwood (*Santalum album*) trees planted near Kununurra, Western Australia', *Australian Forestry*, 75(4):225–232.
- Braun NA, Sim S, Kohlenberg B and Lawrence BM (2014) 'Hawaiian sandalwood: oil composition of *Santalum paniculatum* and comparison with other sandal species', *Natural Product Communications*, 9:1365–1368.
- Fox JED, Brand J, Barrett DR and Effendi M (1994) 'Heartwood and tree size in *Santalum album* in Timor, Indonesia' [hasil lokakarya], in Gjerum L, Fox JED and Ehrhart Y (eds) *Sandalwood Seed Nursery and Plantation Technology: Proceedings of a Regional Workshop for Pacific Island Countries*, CIRAD Foret, ACIAR and FAO, Noumea, New Caledonia.
- Hook J (1997) *Sandalwood inventory interim report*, Bush Nius, No. 9, Newsletter of the Department of Forests, Government of Vanuatu, Port Vila.
- Moretta P (2001) Extraction and variation of the essential oil from Western Australian sandalwood (*Santalum spicatum*) [tesis PhD], University of Western Australia.
- Page T, Southwell I, Russell M, Tate H, Tungon J, Sam C, Dickinson G, Robson K and Leakey RRB (2010) 'Geographic and phenotypic variation in heartwood and essential oil characters in natural populations of *Santalum austrocaledonicum* in Vanuatu', *Chemistry and Biodiversity*, 7:1990–2006.
- Page T, Tate H, Bunt C, Potrawiak A and Berry A (2012) *Opportunities for the smallholder sandalwood industry in Vanuatu*, Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra.
- Rai SN (1990) Status and cultivation of sandalwood in India [hasil simposium], in *Proceedings of the Symposium on Sandalwood in the Pacific*, USDA Forest Service, Honolulu, Hawai'i.
- Subasinghe U, Gamage M and Hettiarachchi DS (2013) 'Essential oil content and composition of Indian sandalwood (*Santalum album*) in Sri Lanka', *Journal of Forestry Research*, 24:127–130.



10 Pemanenan tanaman cendana dan pengolahan awal

10.1 Pemanenan tanaman cendana

Waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan kayu teras yang cukup untuk dipanen akan bervariasi antara pohon dan lingkungan tumbuh. Ukuran pohon merupakan indikasi yang baik; ukuran minimum yang dapat dipanen adalah diameter 20 cm pada 0,2 m AGL, yang mewakili pohon berumur sekitar 20–25 tahun.

Minyak terutama terkonsentrasi di akar dan tunggul pohon cendana; oleh karena itu, tunggul dan akarnya perlu digali untuk mendapatkan nilai jual maksimum dari pohon tersebut. Kayu teras dapat muncul di cabang-cabang pohon yang lebih tua tetapi tidak mungkin di cabang pohon cendana yang ditanam dengan rotasi 15-20 tahun.

Para penanam juga harus mempertimbangkan biaya dan logistik untuk menyediakan keamanan dan perlindungan bagi pohon saat mencapai ukuran yang dapat dipanen. Pohon menjadi rentan terhadap pencurian sekitar usia 12-15 tahun, terutama pohon yang tumbuh cepat.

Mengetahui kapan sebuah pohon siap dipanen mungkin memerlukan penilaian perkembangan kayu teras. Ini dapat dilakukan dengan salah satu dari tiga cara berikut:

1. membuat sayatan kecil di dahan
2. membuat sayatan kecil di akar
3. mengebor batang pohon (20 cm AGL) menggunakan mata bor kecil (6 mm) (Gambar 10.1).

Sebagai pedoman sementara (diambil dari Thomson et al. 2020), tanaman cendana dapat dipanen setelah mencapai usia 17–20 tahun, dengan diameter dekat basal (pada ketinggian 20–30 cm di atas tanah) sebesar 25 cm dan setelah bagian gubal berukuran 5 cm atau kurang. Sementara pengeboran memiliki masalah dengan serangga dan lainnya yang dapat masuk melalui lubang, di pohon yang kuat kulit kayunya dapat dengan cepat tumbuh menutupi luka.

Gambar 10.1 (foto di halaman depan) Pengambilan inti untuk memastikan tingkat perkembangan kayu teras pada pohon *S. yasi* di Fiji



Gambar 10.2 Cara pemanenan tanaman cendana

Gambar pada Gambar 10.2 menunjukkan bagaimana tanaman cendana dipanen:

1. **Ukur batang pohon** pada 20 cm AGL untuk mengidentifikasi pohon yang cocok.
2. **Periksa pohon untuk** mendapatkan kayu teras yang cukup (lihat di atas) untuk dipanen.
3. **Kurangi kanopi** dengan parang semak untuk mengumpulkan dahan dan mengurangi kerusakan pohon di sekitarnya.
4. Pohon yang telah dipangkas siap untuk ditebang dan digali.
5. **Tebang batang** dan potong batang kayu menggunakan gergaji mesin sebelum **atau** sesudah menggali akarnya.
6. **Gali akar menggunakan** sekop.
7. Akar yang terbuka siap dipotong dan dikumpulkan.
8. Potongan akar siap untuk ditimbang.

10.2 Pengolahan awal

Kayu cendana dijual berdasarkan berat. Sebelum dijual, syarat utamanya adalah membuang gubal dari sekitar kayu teras (Gambar 10.3). Hal ini biasanya dilakukan dengan memotong kayu gubal secara bertahap dengan parang semak (golok) (Gambar 10.4). Proses ini menghasilkan produk sampingan: kepingan gubal murni dan kepingan potongan kedua (2CC) (Gambar 10.5). Meskipun kedua produk sampingan tersebut dapat digunakan dalam pembuatan dupa, umumnya 2CC yang memiliki pasar. 2CC adalah kepingan yang masih mengandung sejumlah kayu teras dan lebih diinginkan untuk dupa.



Gambar 10.3 Penampang batang kayu cendana (kiri) mengidentifikasi kulit kayu, gubal dan kayu teras; dan (kanan) menunjukkan kayu teras setelah kulit kayu dan gubal dihilangkan.



Gambar 10.4 Pembuangan kulit kayu dan gubal (kiri), dan kepingan kayu gubal sebagai produk sampingan (kanan)



Gambar 10.5 Pemrosesan sekunder kayu cendana secara manual di mana semua sisa kayu gubal dipotong dari kayu teras

10.3 Produktivitas

Untuk satu hektar cendana yang ditanam dengan jarak tanam $4\text{ m} \times 5\text{ m}$, termasuk tanaman inang dengan rasio 2:1 (Gambar 4.7), sekitar 330 pohon cendana mungkin tersedia saat panen. Jika kita mengasumsikan volume gubal dan kayu inti yang sama (masing-masing 18 kg) dan 1,5 kg 2CC, maka volume kayu teras dan 2CC masing-masing akan menjadi sekitar 6 dan 0,5 t.

Secara umum, harga kayu gubal dan 2CC relatif rendah dan jauh lebih sensitif terhadap kelebihan pasokan dibandingkan kayu teras cendana. Saat ini tidak ada pasar yang dapat diandalkan untuk gubal murni, oleh karena itu pohon yang belum dewasa dan tidak mengandung kayu teras dan produk sampingan kepingan gubal tidak memiliki nilai komersial.

10.4 Referensi

Thomson L, Likiabu H, Lal S, Mateboto J, Tauraga J and Bush D (2020) *South Pacific sandalwood industry plan for Fiji and Tonga*, A strategy developed by ACIAR Project FST-2016/158, CSIRO, Australia.



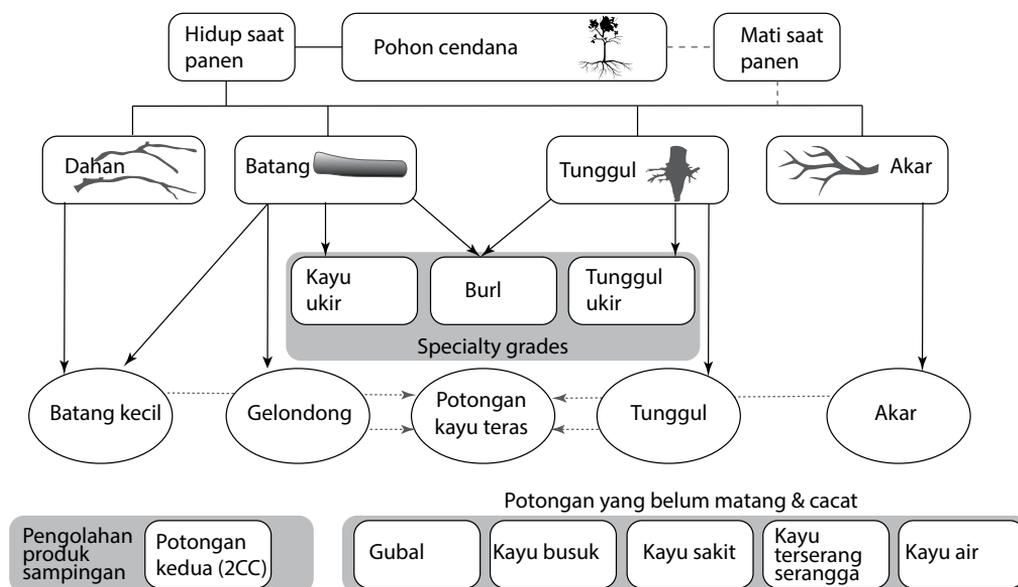


11 Sistem peringkat produk

Sistem peringkat untuk cendana didasarkan pada struktur pohon dan mencakup empat kategori utama, masing-masing dengan tingkatannya sendiri (digambarkan pada Gambar 11.1). Baik konsentrasi minyak maupun kandungan total santalol dari minyak kayu teras secara konsisten ditemukan semakin meningkat di bagian basal pohon (akar dan tunggul utama) dan menurun seiring ketinggian di atas tanah. Hal ini tercermin dalam sistem peringkat kayu cendana yang dijelaskan di bawah ini. Sistem ini dibuat untuk digunakan pada pohon yang hidup saat panen.

Empat kategori utama adalah (Gambar 11.1):

- **Istimewa (Specialty)** – Diproduksi terutama pada pohon yang berumur lebih dari 20 tahun dan dihargai karena fitur hias dan dekoratifnya. Batang ukir adalah batang besar tanpa cacat signifikan yang berukuran cukup untuk diukir oleh seniman menjadi karya dekoratif. Peringkat istimewa juga mencakup fitur yang terjadi secara alami pada kayu seperti *burl* atau blendok (pertumbuhan yang unik) atau bentuk kayu yang dapat ditampilkan sebagai pajangan alami. Penetapan harga untuk peringkat istimewa sering kali ditentukan melalui negosiasi antara pembeli dan penjual.
- **Biasa** – Peringkat komersial yang paling sering diproduksi di sebagian besar golongan umur pohon.
- **Cacat** – Produk kayu teras yang sakit, terkena serangga, terdegradasi, atau terbentuk tidak sempurna. Potongan-potongan yang rusak ini bernilai rendah dan status cacatnya membatalkan peringkat yang berdasarkan asal pohon.
- **Produk sampingan** – Berasal dari proses penghilangan gubal (de-sapping) dari kayu cendana. Gubal murni yang berasal dari de-sapping memiliki nilai komersial yang terbatas.



Gambar 11.1 Produk cendana didasarkan pada struktur pohon dan meliputi empat kategori produk: (1) istimewa; (2) biasa (dalam oval); (3) cacat; dan (4) produk sampingan

Catatan: Garis putus-putus merupakan hubungan yang tidak biasa dijumpai pada spesies tanaman cendana tropis. Garis titik-titik menunjukkan bahwa potongan kayu teras dapat diperoleh dari sumber mana saja pada pohon.

11.1 Peringkat kayu cendana biasa

Telah diusulkan sistem lima peringkat yang disederhanakan untuk kategori **kayu cendana biasa**.

1. Tunggul

Bagian tunggul dipisahkan dari akar dan batang dengan semua gubal dihilangkan. Panjang bagian batang tidak lebih dari 15 cm di atas permukaan tanah. Selanjutnya berdasarkan ukurannya, batang diklasifikasikan sebagai kecil (bagian batang <10 cm di permukaan tanah – Gambar 11.2) dan besar (bagian batang di permukaan tanah berdiameter >10 cm di permukaan tanah – Gambar 11.3).

Tunggul kayu cendana berukuran kecil sering dikaitkan dengan pohon yang belum dewasa sehingga konsentrasi minyak dan nilai komersialnya jauh lebih rendah daripada tunggul berukuran besar.



Gambar 11.2 Tunggul cendana kecil dengan bagian batang kurang dari 10 cm di permukaan tanah



Gambar 11.3 Tunggul cendana besar dengan bagian batang lebih besar dari 10 cm di permukaan tanah

2. Akar

Akar padat dengan semua gubal dihilangkan (Gambar 11.4).



Gambar 11.4 Akar padat dengan semua gubal dihilangkan

3. Kayu gelondongan

Bagian dahan dengan gubal yang dihilangkan, berdiameter besar (jarang) dan kayu teras batang dengan panjang 30–100 cm dan diameter >10 cm pada ujung terkecil (Gambar 11.5).



Gambar 11.5 Kayu gelondongan – bagian kayu teras dari tunggul dengan gubal yang dihilangkan, berdiameter besar dengan panjang 30–100 cm dan diameter >10 cm pada ujung terkecil

4. Kayu gelondongan kecil

Bagian dahan dan tunggul dengan gubal yang dihilangkan, berdiameter kecil dengan panjang 30–100 cm dan diameter 3,5–10 cm pada ujung terkecil (Gambar 11.6).



Gambar 11.6 *Billet* atau kayu gelondongan kecil – bagian dahan dan tunggul dengan gubal yang dihilangkan, berdiameter kecil dengan panjang 30–100 cm dan diameter 3,5–10 cm pada ujung terkecil

5. Potongan kayu teras

Merupakan suatu peringkat untuk potongan kayu teras murni, fragmen, dahan kecil, dan puing-puing. Potongan-potongan kecil kayu teras yang tidak sesuai dengan peringkat istimewa, biasa atau cacat (Gambar 11.7).



Gambar 11.7 Potongan kayu teras– satu peringkat untuk potongan kayu teras murni, fragmen, dahan kecil dan puing-puing yang tidak sesuai dengan peringkat istimewa, biasa atau cacat

Pengolahan produk sampingan

1. Kepingan pematangan kedua (Second cutting chips/2CC)

Produk sampingan dari tahap kedua pembuangan gubal, yang sering dilakukan oleh para pedagang (Gambar 11.8).



Gambar 11.8 Kepingan pematangan kedua – produk sampingan dari pembuangan gubal akhir setelah kulit kayu dihilangkan; biasanya mengandung proporsi 1:1 kayu teras dan kayu gubal

11.2 Peringkat kayu cendana yang belum matang dan cacat

Lima peringkat tambahan menggambarkan produk **kayu teras yang** belum matang dan cacat. Produk-produk ini memiliki nilai komersial yang rendah.

1. Gubal (Sapwood)

Kayu dari pohon belum dewasa yang tidak memiliki kayu teras yang banyak (Gambar 11.9). Gubal atau sapwood adalah lapisan luar kayu berwarna putih dan bernilai rendah pada pohon dewasa yang tidak mengandung minyak dan juga merupakan produk sampingan dari proses pembuangan gubal (de-sapping). Gubal banyak dijumpai di pohon muda dan juga ditemukan di dahan pohon cendana dewasa.



Gambar 11.9 Gubal – lapisan terluar pohon dewasa atau kayu dari pohon belum dewasa yang tidak memiliki kayu teras yang banyak

2. Kayu busuk

Kayu teras dengan area degradasi yang signifikan, biasanya berhubungan dengan masuknya air dan/ atau hama dan penyakit ke dalam kayu (Gambar 11.10).



Gambar 11.10 Kayu busuk – kayu teras dengan area degradasi yang signifikan akibat masuknya air atau penyakit ke dalam kayu

3. Kayu sakit

Kayu teras pohon yang telah terkena penyakit, terutama penyakit jamur yang menular melalui tanah seperti *Phytophthora spp.* dan *Phellinus spp.* (Gambar 11.11). Biasanya, inti pusat pohon yang terinfeksi dan terdegradasi.



Gambar 11.11 Kayu sakit – kayu teras dari pohon yang terkena penyakit, terutama penyakit jamur yang menular melalui tanah seperti *Phytophthora spp.* dan *Phellinus spp.*

4. Kayu air

Kayu cendana dengan perkembangan kayu teras yang tidak lengkap, tidak rata atau terluka (kayu peralihan) atau kayu teras yang telah rusak (Gambar 11.12). Produk ini diduga terkait dengan kerusakan topan. Ini disebut sebagai kayu air, karena pemilik sumber daya menggambarkannya memiliki kandungan air kayu yang tinggi pada saat panen.



Gambar 11.12 Kayu air – kayu cendana dengan perkembangan kayu teras yang tidak lengkap, tidak rata atau terluka (kayu peralihan) atau kayu teras yang telah rusak

Catatan: Produk ini diduga terkait dengan kerusakan akibat topan..

5. Kayu terserang serangga

Kayu teras dengan bukti serangan serangga dan/atau kerusakan penggerek.

11.3 Kayu teras istimewa (Specialty)

Terdapat tiga peringkat yang menggambarkan produk **kayu teras istimewa (Specialty)**.

1. Gelondong kayu ukir

Gelondong kayu teras dengan gubal yang telah dihilangkan, telah bersih seluruhnya dengan permukaan yang halus, dengan diameter minimum pada ujung terkecil 10 cm. Panjang minimal 20–30 cm dan panjang maksimal 120 cm. Penampangnya harus hampir melingkar dan tidak memiliki rongga, retakan atau benjolan, dan utuh (Gambar 11.13). Semua gubal dan kayu peralihan sudah harus dibuang sehingga hanya ada kayu teras. Ujungnya harus disegel dengan penyegel berujung bening (Coakley 2007).



Gambar 11.13 Gelondong kayu ukir dengan gubal yang telah dihilangkan (kiri), dan gelondong kayu teras yang benar-benar bersih (kanan)

2. Tunggul ukir

Potongan seni dekoratif dari kayu tunggul. Nilai dari tunggul ukir dekoratif ditentukan oleh kesepakatan antara produsen dan pembeli.

3. Burl atau blendok

Potongan kayu teras yang langka, ketika biji tumbuh dengan deformasi bentuk. Deformasi ini menghasilkan pola dekoratif yang dapat digunakan untuk karya seni dan ukiran. Burl dapat terbentuk oleh infeksi biologis yang tidak menyebabkan pembusukan kayu (Gambar 11.14). Harga potongan burl akan melalui kesepakatan antara produsen dan pembeli.



Gambar 11.14 Burl tumbuh di atas batang (kiri) dan membentuk potongan kayu dekoratif yang langka (kanan)

11.4 Referensi

Coakley T (2007) *Sandalwood market report 2007*, Wescorp Holdings Pty Ltd, Bibra Lake, Western Australia. <https://sandalwood.org.au/wp-content/uploads/2018/12/Sandalwood-Market-Report-ASN07.pdf>



12 Pengolahan kayu cendana

Gelondong kayu ukir mendapat harga tertinggi di pasar, diikuti oleh minyak dan bubuk kayu teras. Namun, profitabilitas setiap produk juga bergantung pada biaya produksi.

Semua produk mengharuskan gubal luar untuk dihilangkan (de-sapped), yang biasanya dilakukan oleh pemanen atau penanam sebelum dijual. Pedagang sering membersihkan lagi gubal, untuk menghilangkan semua jejak kayu gubal di sisi kayu teras. Proses de-sapping akhir ini menghasilkan produk sampingan yang dikenal sebagai second cutting chips (kepingan pemotongan kedua/2CC), yang merupakan campuran gubal dan kayu teras.

Biaya de-sapping dipengaruhi oleh keteraturan bentuk kayu teras. Biasanya, total biaya pengolahan paling rendah untuk kayu ukir, karena mengandung kayu teras yang bentuknya teratur dalam jumlah besar, dan paling tinggi untuk pohon muda, dahan dan akar. Untuk gelondong kayu ukir, ujungnya kemudian disegel (biasanya dengan lilin) untuk mencegah pengeringan dan keretakan yang cepat.

Kayu bubuk membutuhkan penggilingan tambahan dan pencampuran bubuk yang berbeda untuk mendapatkan produk akhir yang dapat diterima untuk digunakan dalam dupa.

Minyak kayu cendana adalah produk yang paling mahal untuk diproduksi karena kayu teras harus digiling ke tingkat yang konsisten sebelum minyak diekstrak melalui proses yang intensif energi dan kompleks yang disebut penyulingan. Kandungan minyak (berdasarkan berat) dari kayu teras yang digiling bervariasi, tetapi kayu teras berkualitas baik menghasilkan kandungan minyak yang berkisar antara 3–4%.

Selama penyulingan, uap dihasilkan dalam ketel, yang biasanya berbahan bakar solar, minyak kelapa, kayu atau listrik, dan melewati bubuk kayu teras, di mana akan bercampur dengan minyak kayu teras. Campuran ini kemudian didinginkan dan dipadatkan, dan minyak akan membentuk lapisan di atas air. Penyulingan dapat memakan waktu beberapa hari untuk membebaskan semua minyak dari kayu teras.

Produksi minyak berkualitas tinggi membutuhkan pengalaman dan pengetahuan proses tingkat tinggi. Oleh karena itu, harga minyak terdiri dari harga kayu teras dan faktor lainnya, seperti bahan bakar dan tenaga kerja – inilah sebabnya minyak memiliki harga yang jauh lebih tinggi daripada bubuk kayu teras. Biaya berbagai faktor yang tinggi untuk produksi minyak ini menyebabkan keuntungan yang marjinal bagi pengolah.

12.1 Produk olahan

1. Kepingan kayu teras

Kayu teras yang dijadikan kepingan menurut spesifikasi ukuran yang konsisten (sesuai peringkat) untuk digunakan dalam penyulingan minyak (Gambar 12.1).



Gambar 12.1 Kayu teras digiling dengan spesifikasi ukuran yang konsisten (sesuai peringkat) menjadi kepingan 3–5 mm, yang lalu digunakan untuk ekstraksi minyak

2. Bubuk kayu teras

Kayu teras yang digiling menjadi bubuk yang digunakan dalam pembuatan hio dupa dan produk dupa lainnya (Gambar 12.2 dan 12.3).



Gambar 12.2 Kayu teras digiling menjadi bubuk halus sehingga dapat digunakan dalam pembuatan hio dupa dan produk dupa lainnya



Gambar 12.3 Pengolahan dupa

3. Minyak kayu teras

Minyak wangi yang dikeluarkan dari kayu teras dengan berbagai cara termasuk ekstraksi dengan pelarut, penyulingan air atau uap, atau ekstraksi cairan superkritis (Gambar 12.4 dan 12.5).



Gambar 12.4 Minyak kayu cendana diekstraksi dari kayu teras dan tersedia dalam berbagai warna (dari warna jerami terang hingga coklat madu tua)

Catatan: Untuk menarik harga premium, kayu teras untuk ekstraksi minyak harus memiliki kandungan minyak yang tinggi (>3%) dan kandungan gabungan α -santalol dan β -santalol yang tinggi, sebaiknya di atas 50%.



Gambar 12.5 Unit penyulingan minyak kayu cendana di mana kayu yang terkelupas diolah dengan uap di bawah tekanan untuk melepaskan minyak dari dalam



13 Bacaan lebih lanjut

13.1 *Santalum album*

- Barreto A (2017) *Conservation of sandalwood (Santalum album L.) in East Timor – case study*, Universidade de Évora, Évora.
- Luna RK (1996) '*Santalum album* Linn.', in *Plantation trees*, International Book Distributors, Dehra Dun, India.
- Nageswara-Rao M, Soneji JR and Harbaugh-Reynaud DT (eds) (2012) *Proceedings of the International Sandalwood Symposium 2012*, Lulu Press, Raleigh, NC.
- Radomiljac AM and Verne T (2000) '*Santalum album* L.', in *Forestry compendium global module [CD-ROM]*, CAB International, Wallingford, UK.
- Thomson L and Doran J (2012) 'Historical perspectives, recent sandalwood trade and future prospects from the Pacific Islands' [hasil lokakarya], in Thomson L, Padolina C, Sami R, Prasad V and Doran J (eds) *Sandalwood Resource Development, Research and Trade in the Pacific and Asian Region, Proceedings of the Regional Workshop*, Port Vila, Vanuatu, 22–25 November 2010, Secretariat of the Pacific Community (SPC), Suva.
- Thomson LAJ, Doran J, Harbaugh D and Merlin MD (2011) 'Sandalwood (*Santalum* species)', in Elevitch CR (ed) *Specialty crops for Pacific islands*, Permanent Agriculture Resources, Hōlualoa, Hawai'i.
- Thomson L, Rimbawanto A and Doran J (2018) '*Santalum album*', in Thomson LAJ, Doran J and Clarke B (eds) *Trees for life in Oceania: conservation and utilisation of genetic diversity*, Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra.

13.2 *Santalum austrocaledonicum*

- Butaud J-F (2015) 'Reinstatement of the Loyalty Islands sandalwood, *Santalum austrocaledonicum* var. *glabrum* (Santalaceae), in New Caledonia', *PhytoKeys*, 56:111–126.
- Page T, Southwell I, Russell M, Tate H, Tunгон J, Sam C, Dickinson G, Robson K and Leahey RRB (2010) 'Geographic and phenotypic variation in heartwood and essential oil characters in natural populations of *Santalum austrocaledonicum* in Vanuatu', *Chemistry and Biodiversity*, 7:1990–2006.
- Page T, Tate H, Bunt C, Potrawiak A and Berry A (2012a) *Opportunities for the smallholder sandalwood industry in Vanuatu*, ACIAR Technical Report No. 79, Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra.
- Page T, Tate H, Tunгон J, Tabi M and Kamasteia P (2012b) *Vanuatu sandalwood: growers' guide for sandalwood production in Vanuatu*, ACIAR Monograph No. 151, Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra.

Page T, Bottin L, Bouvet J-M and Tate H (2018) '*Santalum austrocaledonicum*', in Thomson LAJ, Doran J and Clarke B (eds) *Trees for life in Oceania: conservation and utilisation of genetic diversity*, Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra.

Page T, Doran J, Tunjong J and Tabi M (2020) 'Restoration of Vanuatu sandalwood (*Santalum austrocaledonicum*) through participatory domestication', *Australian Forestry*, 83(4):216–226. <https://doi.org/10.1080/00049158.2020.1855382>

Thomson LAJ (2006) '*Santalum austrocaledonicum* and *S. yasi* (sandalwood)' ver. 2.1., in Elevitch CR (ed) *Species profiles for Pacific Island agroforestry: their culture, environment and use*, Permanent Agriculture Resources, Hōlualoa, Hawai'i.

Thomson LAJ and Uwamariya A (2005) '*Santalum austrocaledonicum* Vieillard', in *Forestry compendium global module [CD-ROM]*, CAB International, Wallingford, UK.

13.3 *Santalum macgregorii*

Bosimbi D (2005) 'Sandalwood (*Santalum macgregorii*) in Papua New Guinea' [hasil lokakarya], in *Proceedings of the Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, Noumea, New Caledonia.

Brophy JJ, Goldsack RJ, Doran JC and Niangu M (2009) 'Heartwood oils of *Santalum macgregorii* F. Muell. (PNG sandalwood)', *Journal of Essential Oil Research*, 21(3):249–253.

Gunn BG, Bewang IF and Bunn Y (2002) *A strategy for conserving, managing the genetic resources of Santalum macgregorii (PNG sandalwood) in Papua New Guinea*, Report prepared for PNG Forest Authority as part of ACIAR's Domestication of Papua New Guinea's Indigenous Forest Species Project (ACIAR FST/1998/115), CSIRO Forestry and Forest Products, Canberra.

Page T, Jeffrey GK, Macdonell P, Hettiarachchi D, Boyce MC, Lata A, Oa L and Rome G (2020) 'Morphological and heartwood variation of *Santalum macgregorii* in Papua New Guinea', *Australian Forestry*, 83(4):195–207.

Rome G, Turia R, Oa L, Page T, Applegate G and Saliu C (2020) 'Sandalwood trade and development in Papua New Guinea', *Australian Forestry*, 83(4):208–215.

13.4 *Santalum lanceolatum*

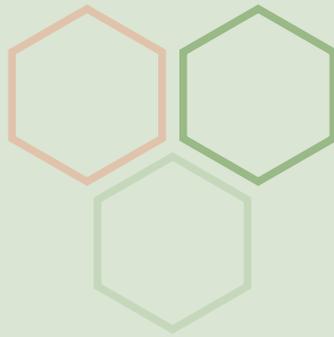
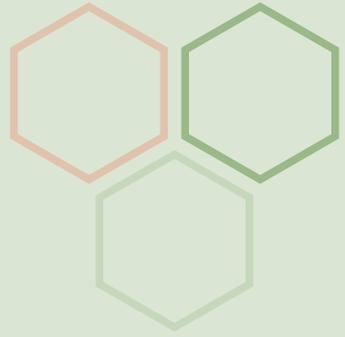
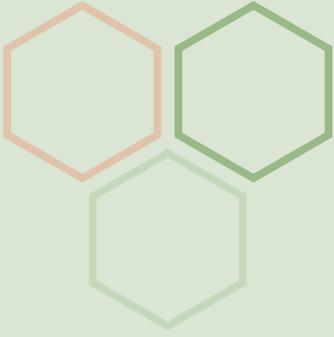
Brunton A (2019) Population genetics of *Santalum lanceolatum* (northern sandalwood) [honors thesis], University of the Sunshine Coast, Maroochydore.

Lee DJ, BurrIDGE AJ, Page T, Huth JR and Thompson N (2019) 'Domestication of northern sandalwood (*Santalum lanceolatum*, Santalaceae) for Indigenous forestry on the Cape York Peninsula', *Australian Forestry*, 82:1–9.

- Page T, Southwell I, Russell M and Leakey RRB (2007) 'Evaluation of heartwood and oil characters in seven populations of *Santalum lanceolatum* from Cape York' [hasil lokakarya], *Proceedings of the Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 28 November – 1 December 2005, Nadi, Fiji.
- Tamla HT, Cornelius J and Page T (2011) 'Reproductive biology of three commercially valuable *Santalum* species: development of flowers and inflorescences, breeding systems, and interspecific crossability', *Euphytica*, 184(3):323–333.
- Wharton GS (2005) Northern sandalwood (*Santalum lanceolatum*) on Cape York Peninsula, Infotracker Historical and Information Research Services.

13.5 *Santalum yasi*

- Bulai P (2005) 'Research, development, and tree improvement of sandalwood in Fiji' [hasil lokakarya], in Thomson L, Bulai S and Wilikibau B (eds) *Proceedings of the Regional Workshop on Sandalwood Research, Development, and Extension in the Pacific Islands*, 28 November – 1 December 2005, Nadi, Fiji, Secretariat of the Pacific Community (SPC), Suva.
- Bulai P and Nataniela V (2002) 'Research, development and extension of sandalwood in Fiji – a new beginning' [hasil lokakarya], in *Proceedings of the Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7–11 October 2002, Noumea, New Caledonia, SPC Forest and Trees Programme, Field Document No. 1, Secretariat of the Pacific Community (SPC), Suva.
- Bush D, Brophy J, Bolatolu W, Dutt S, Hamani S, Doran J and Thomson LAJ (2020) 'Oil yield and composition of young *Santalum yasi* in Fiji and Tonga', *Australian Forestry*, 83(4):238–244.
- Thomson LAJ (2013) 'Update on sandalwood resources and trade in the South Pacific' [hasil simposium], in Nageswara-Rao M, Soneji JR and Harbaugh-Reynaud D (eds) *Proceedings of the International Sandalwood Symposium 2012*, Lulu Press, Raleigh, NC.
- Thomson LAJ and Uwamariya A (2000) '*Santalum yasi* Seemann', in *Forestry compendium global module* [CD-ROM], CAB International, Wallingford, UK.
- Thomson LAJ, Bush D and Lesubula M (2020) 'Participatory value chain study for yasi sandalwood (*Santalum yasi*) in Fiji', *Australian Forestry*, 83(4):227–237.
- Thomson LAJ (2020) 'Looking ahead – global sandalwood production and markets in 2040, and implications for Pacific Island producers', *Australian Forestry*, 83(4):245–254.
- Thomson L, Bush D and Bulai P (2018) '*Santalum yasi*', in Thomson LAJ, Doran J and Clarke B (eds) *Trees for life in Oceania: conservation and utilisation of genetic diversity*, Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra.





ACIAR

aci.gov.au