

BUDIDAYA DAN PROSPEK
PENGEMBANGAN

kayuputih

(Melaleuca cajuputi)



**BUDIDAYA DAN PROSPEK PENGEMBANGAN
KAYUPUTIH (*Melaleuca cajuputi*)**

**BUDIDAYA DAN PROSPEK
PENGEMBANGAN KAYUPUTIH
(*Melaleuca cajuputi*)**

Disusun oleh:

Dr. Noor Khomsah Kartikawati, S.Hut., MP

Dr. Ir. Anto Rimbawanto, M.Agr.Sc.

Dr. Ir. Mudji Susanto, MP

Dr. Liliana Baskorowati, S.Hut., MP

Prastyono, S.Hut., M.Sc

Kerja sama:



Penerbit IPP Press
Kampus IPB Taman Kencana,
Kota Bogor-Indonesia



KEMENTERIAN KEHUTANAN

Judul Buku:

BUDIDAYA DAN PROSPEK PENGEMBANGAN KAYUPUTIH
(*Melaleuca cajuputi*)

Pengarah:

Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan
Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas
Hutan

Penanggung jawab:

Kepala Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan

Kerjasama:

Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan dengan
Direktorat Jenderal Bina Usaha Kehutanan

Penyusun:

Dr. Noor Khomsah Kartikawati, S.Hut., MP
Dr. Ir. Anto Rimbawanto, M.Agr.Sc.
Dr. Ir. Mudji Susanto, MP
Dr. Liliana Baskorowati, S.Hut., MP
Prastyono, S.Hut., M.Sc

Editor:

Prof. Dr. Ir. Mohammad Na'iem, M.Agr.Sc.
Dr. Ir. Mahfudz, MP
Ir. Sigit Baktya Prabawa, M.Sc

Edisi/Cetakan:

Cetakan Pertama, November 2014

PT Penerbit IPB Press

Kampus IPB Taman Kencana
Jl. Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

ISBN: 978-979-493-732-7

Dicetak oleh IPB Press Printing, Bogor - Indonesia
Isi Diluar Tanggung Jawab Percetakan

© 2014, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh
isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

Kata Pengantar

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan Karunia-Nya, sehingga buku ini dapat tersusun. Buku ini disusun dengan maksud untuk memberikan panduan tentang teknik budidaya dan pengembangan jenis yang dapat dipraktikkan oleh para pengguna baik petani hutan, pengelola KPH dan masyarakat luas.

Materi yang disajikan bersifat populer tentang praktek budidaya jenis untuk tanaman penghasil bahan baku kayu energi, bahan baku pulp dan kertas, kayu pertukangan, pangan, bioenergi, atsiri dan jenis-jenis untukantisipasi kondisi kering. Buku-buku ini sebagai salah satu bentuk desiminasi hasil penelitian yang dilakukan oleh Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta.

Kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada penulis, MFP dan semua pihak yang berkontribusi dalam penyusunan dan penerbitan buku ini kami sampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Semoga buku ini bermanfaat bagi para pengguna.

Yogyakarta, November 2014
Kepala Balai Besar PBPTH,

Dr. Ir. Mahfudz, MP

Sambutan

Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan

Pada saat ini pemerintah khususnya Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan ingin terus mendorong percepatan pembangunan kehutanan yang berbasis pada peran serta masyarakat menuju kesejahteraan yang berkeadilan. Oleh karenanya Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan telah menyiapkan IPTEK budidaya jenis unggulan dan peluncuran serta pelepasan bibit unggul yang bermanfaat baik untuk kegiatan rehabilitasi hutan, pembangunan Hutan Rakyat, Hutan Tanaman Rakyat maupun pembangunan Hutan Tanaman guna mendorong percepatan pembangunan kehutanan.

Untuk mendesiminasikan hasil penelitian, maka Badan Litbang Kehutanan terus mendorong penyusunan buku-buku hasil penelitian dalam bentuk populer yang dapat secara langsung dipraktekkan oleh para pengguna seperti buku-buku budiaya jenis tanaman yang telah diterbitkan ini. Kami berharap buku-buku panduan budidaya ini menjadi modal dalam memajukan Hutan Tanaman, Hutan Rakyat, Hutan Tanaman Rakyat maupun kegiatan rehabilitasi hutan serta dapat meningkatkan pengetahuan pengelola Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) dalam mengembangkan jenis-jenis komersial di kawasannya.

Akhirnya kepada Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, penulis dan semua pihak yang berkontribusi dalam penyusunan dan penerbitan buku ini kami sampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Semoga buku ini bermanfaat bagi para pihak yang berkepentingan.

Jakarta, November 2014
Kepala Badan,

Prof. Dr. Ir. San Afri Awang, MSc

Sambutan

Direktur Jenderal Bina Usaha Kehutanan

Pada masa yang akan datang paradigma pembangunan kehutanan terus berubah dari pengelolaan hutan alam kepada pengelolaan hutan tanaman yang berbasis kepada kesejahteraan masyarakat. Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) sebagai unit manajemen pengelolaan hutan mempunyai peran yang strategis dalam memajukan dan memulihkan kondisi hutan. KPH merupakan wilayah pengelolaan hutan sesuai fungsi pokok dan peruntukannya yang dikelola secara efisien dan lestari.

Untuk meningkatkan kemampuan teknis pengelola KPH khususnya dibidang budidaya tanaman hutan yang sudah tersedia benih unggulnya, kami menyambut baik penerbitan buku-buku budidaya jenis ini. Kami berharap di setiap KPH Produksi mempunyai usaha pengembangan jenis potensial yang dapat mendukung keberlangsungan operasionalisasi KPHP tersebut. Oleh karenanya buku-buku yang diterbitkan ini dapat dijadikan referensi dalam paraktek-praktek budidaya di KPHP oleh pengelola.

Akhirnya kepada Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, penulis dan semua pihak yang berkontribusi dalam penyusunan dan penerbitan buku ini kami sampaikan ucapan selamat, penghargaan dan ucapan terima kasih. Semoga buku ini bermanfaat bagi para pengelola KPHP dan pihak-pihak yang bergerak di pengembangan hutan tanaman.

Jakarta, November 2014
Direktur Jenderal,

Ir. Bambang Hendroyono, MM

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Sambutan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan	v
Sambutan Direktur Jenderal Bina Usaha Kehutanan.....	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
BAB 1 Pendahuluan.....	1
BAB 2 Ekologi dan Sebaran Alami.....	4
BAB 3 Program Pemuliaan Kayuputih.....	8
3.1 Strategi Pemuliaan kayuputih.....	8
3.2 Hasil pemuliaan yang telah dicapai	10
BAB 4 Teknik Budidaya Tanaman Kayuputih	13
4.1 Teknik Persemaian	13
BAB 5 Prospek Ekonomi Pengembangan Kayuputih.....	23
BAB 6 Penutup	26
Daftar Pustaka.....	27

Daftar Gambar

1.	Persebaran alam <i>Melaleuca cajuputi</i>	5
2.	Tegakan alam di Kepulauan Maluku (a), dan tanaman produksi kayuputih di Ponorogo (b).....	7
3.	Skema strategi pemuliaan kayuputih.....	10
4.	Bunga (a), buah(kapsul) (b), dan biji kayuputih (c).....	14
5.	Proses penyemaian benih kayuputih.....	15
6.	Proses penyapihan bibit kayuputih.....	16
7.	Pemangkasan batang kayuputih untuk menstimulasi tumbuhnya tunas-tunas baru yang juvenile (a), Tunas-tunas baru yang muncul (1-2 bulan setelah pangkas), siap diambil senagai materi untuk pembuatan stek pucuk. Tunas muda dipotong kuarng lebih 10 cm, selanjutnya dirensam dalam hormone IBA beberapa saat. Selanjutnya ditaman dalam media pasir halus dan ditutup sungkup (b).....	17
8.	Stek pucuk kayuputih dalam bak plastik tertutup dengan kelambaban yang tinggi untuk memacu munculnya akar dan tumbuhnya tunas daun baru (a), Stek pucuk yang berhasil tumbuh tampak segar dan tumbuh tunas baru, dibuka sungkupnya secara bertahap untuk aklimatisasi (b), dan Stek pucuk yang berhasil tumbuh, setelah tingginya kurang lebih 50 cm dan batang tamoak kokoh, siap untuk ditanam di lapangan (c).....	18
9.	Pembuatan grafting kayuputih.....	19
10.	Pola tanaman pada pertanaman kayuputih dengan system tumpangsari.....	21
11.	Bibit siap tanam, persiapan dan penanaman kayuputih.....	22

Pendahuluan

Melaleuca cajuputi dikenal dengan nama daerah Kayu putih merupakan salah satu jenis tanaman yang mempunyai peranan cukup penting dalam industri minyak atsiri. Jenis ini dapat tumbuh pada lahan marginal yang pada umumnya di sekitar daerah tersebut dihuni oleh masyarakat dengan kondisi sosial ekonomi yang lemah. Upaya pendayagunaan lahan marginal mempunyai arti yang penting dalam usaha memperbaiki lahan yang rusak sebagai akibat pembangunan atau kerusakan oleh alam. Pemilihan jenis-jenis tanaman untuk upaya rehabilitasi perlu mempertimbangkan beberapa aspek. Selain aspek kesesuaian jenis terhadap lahan (aspek ekologis), perlu juga mempertimbangkan aspek ekonomi, bagaimana jenis tersebut dapat memberikan kontribusi terhadap kesejahteraan masyarakat disekitarnya.

Tanaman kayu putih merupakan salah satu jenis yang cukup berpotensi untuk upaya rehabilitasi lahan, baik dari aspek ekologis maupun aspek ekonomis. Terdapat keuntungan ganda yang diperoleh pada pengembangan tanaman kayu putih di lahan kritis antara lain untuk menunjang usaha konservasi lahan dan pemanfaatan lahan marginal menjadi lahan produktif serta memberikan kesempatan kerja sehingga berimplikasi meningkatkan penghasilan kepada petani. Oleh karenanya penanaman kayuputih perlu lebih dikembangkan karena pertimbangan-pertimbangan diatas.

Tanaman kayu putih banyak terdapat di Jawa dan di Kepulauan Maluku. Di Jawa, Hutan tanaman kayuputih selama ini dikelola oleh Perum Perhutani baik di Jawa Tengah, Jawa Timur maupun Jawa Barat. Sedangkan di Yogyakarta pengelolaan kayuputih dilakukan oleh Dinas

Kehutanan dan Perkebunan. Dalam pengelolaan industri kayuputih ini, Perum perhutani maupun Dinas Kehutanan dan Perkebunan DI Yogyakarta bekerjasama dengan masyarakat disekitar kawasan hutan dengan harapan dapat membuka lapangan kerja dan meningkatkan taraf hidup masyarakat. Peran masyarakat dalam industri kayuputih di Jawa adalah sebagai buruh dalam kegiatan pemanenan daun, pengakutan, proses penyulingan, dan penanganan limbah, maupun sebagai penggarap lahan tumpang sari dengan tanaman palawija disela-sela tanaman kayuputih. Sebagai contoh, di KPH Gundih yang mengelola kurang lebih 3000 ha tanaman melibatkan lebih dari 300 orang untuk pemanenan daun dan 70 orang di pabrik penyulingan pada setiap musim produksi.

Sementara di luar Jawa, tanaman kayuputih banyak terdapat di Kepulauan Maluku, Pulau Seram, Pulau Buru, dan juga di Nusa Tenggara Timur yang berupa tegakan alam. Di kepulauan Maluku luas tanaman kayu putih diperkirakan mencapai 120.000 ha. Kayuputih ini digunakan sebagai bahan baku industri minyak kayu putih. Minyak kayuputih dihasilkan dari daun melalui proses penyulingan. Penyulingan skala rumah tangga dilakukan dengan menggunakan ketel-ketel tradisional.

Peremajaan tanaman lama, dan penanaman untuk perluasan areal terus dilakukan di sentra tanaman kayuputih dengan menggunakan benih dari pohon benih yang ada di areal tanaman tersebut. Karena mutu genetik sumber benih tersebut rendah, maka produktivitas tanaman yang dihasilkannya juga rendah dan akibatnya produksi minyak kayuputih juga rendah. Dalam kondisi ekonomi yang sulit seperti sekarang ini, upaya untuk meningkatkan produktivitas minyak kayuputih menjadi terasa lebih penting lagi, karena kebutuhan minyak kayuputih dalam negeri belum dapat dipenuhi oleh pasokan dari pabrik penyulingan yang ada di Jawa maupun di Kepulauan Maluku.

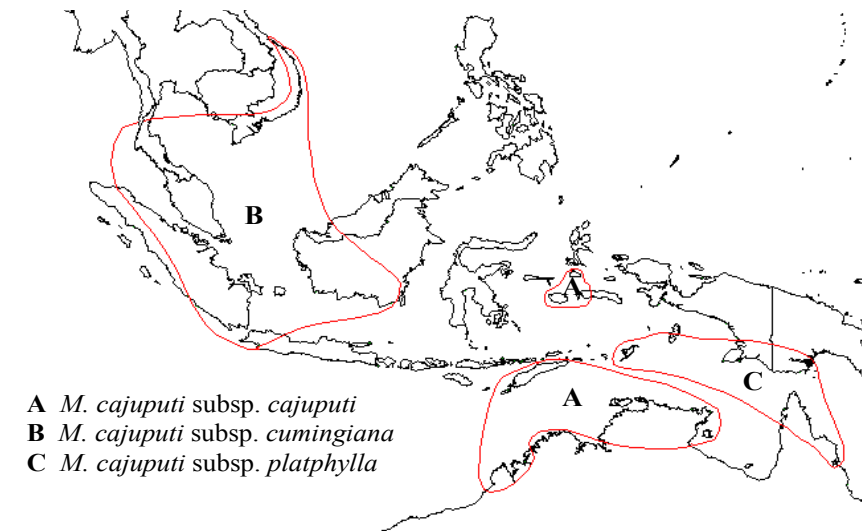
Hingga kini total luas tanaman kayuputih di Indonesia telah mencapai lebih dari 248.756 hektar (Sunanto, 2003) yang sebagian besar berada di wilayah Perum Perhutani dengan produksi tahunan mencapai 300 ton. Angka ini adalah separuh dari perkiraan total produksi seluruh dunia. Di Kepulauan Ambon produksi tahunan mencapai 90 ton dengan bahan baku dari tegakan alam (Gunn *et al.* 1997). Dinas Kehutanan dan Perkebunan DIY sejak tahun 2002 memasok \pm 40.000 liter (setara dengan 36 ton) minyak setiap tahunnya dari luas lahan \pm 4.000 ha (Laporan Tahunan Balai Pengolahan Hasil Hutan dan Perkebunan Dishutbun Yogyakarta, 2005). Kebutuhan minyak kayuputih di dalam negeri sampai saat ini diperkirakan masih defisit sehingga dalam industri farmasi diperlukan produk komplementer berupa minyak *eucalyptus* yang diimpor dari RRC dalam jumlah yang tidak sedikit. Melihat produksi minyak kayu putih yang belum memenuhi kebutuhan tersebut maka masih terbuka peluang untuk meningkatkan produksi minyak kayu putih di Indonesia dengan tingkat keterlibatan masyarakat yang lebih intensif.

Ekologi dan Sebaran Alami

Secara taksonomi, *Melaleuca cajuputi* subsp *cajuput* diklasifikasikan ke dalam Divisi Spermatophyta, Sub divisi Angiospermae, Klas Dicotyledonae, Ordo Myrtales, Familia Myrtaceae, Genus *Melaleuca*, dan Spesies *Melaleuca cajuputi*, Sub spesies *Melaleuca cajuputi* subsp *cajuputi*. Dalam tatanama lama *Melaleuca cajuputi* subsp *cajuputi* disebut *Melaleuca leucadendron*, tetapi tatanama spesies tersebut telah direvisi menjadi *Melaleuca cajuputi* subsp *cajuputi* (Craven dan Barlow, 1997).

Berdasarkan sebaran alaminya, jenis ini dibagi menjadi tiga subspecies, yaitu : 1). subsp. *cajuputi* Powell tumbuh di bagian barat daya Australia dan Indonesia bagian timur (Kepulauan Maluku dan Timor), 2). subsp. *cumingiana* Barlow tumbuh di bagian barat Indonesia (Sumatera, Jawa Barat dan Kalimantan bagian selatan), Malaysia, Myanmar, Thailand dan Vietnam, dan 3). Subsp. *platyphylla* Barlow tumbuh di bagian utara Queensland/Australia, bagian barat laut Papua New Guinea, bagian selatan Irian Jaya, Kep. Aru dan Kep. Tanimbar (Craven dan Barlow 1997) (Gambar 1).

Stocker (1972) cit. Doran *et al.* (1998) mendeskripsikan kayuputih sebagai pohon berukuran sedang dengan batang pokok dan tinggi kurang lebih 30 m. Dalam keadaan tertentu pertumbuhannya dapat berkurang sehingga pohon ini tumbuh menjadi belukar dengan cabang yang banyak, tetapi di wilayah Australia kayuputih dapat mencapai tinggi lebih dari 40 m dan diameter 1,2 m. Batang kayuputih berwarna abu-abu sampai putih, seperti kertas, dengan pucuk pohon berwarna agak keperakan.



Gambar 1. Persebaran alam *Melaleuca cajuputi*

Daun dengan kenampakan tebal, tidak mengkilat, berwarna hijau, berbentuk lurus atau melengkung umumnya mempunyai panjang 5-10 cm dan lebar 1-4 cm serta berbulu, dan terdapat 5 – 7 tulang daun dengan panjang 3 – 11 mm dalam setiap helaian daun. Kelenjar minyak biasanya kurang jelas. Pucuk daun muda tertutup oleh bulu-bulu yang tebal, lembut dan tersebar dengan panjang 0,3 – 2 mm. Perbungaan berbentuk bulir dan banyak terdapat pada ujung ranting terminal dan ketiak daunnya (Doran *et al.*, 1998). Bunga pohon kayuputih bersifat biseksual. Bagian dalam bakal buah terbagi menjadi 3 ruang dengan ovul dalam jumlah besar dan satu putik serta kepala putik. Kelopak dan mahkota bunganya kecil, benang sari kebanyakan lebih panjang dari perhiasan bunga dan bentuknya merupakan daya tarik bagi polinator. Jumlah biji pada buah kayuputih biasanya sangat rendah, kadang-kadang hanya 1-2% dari jumlah ovule. Buah kayuputih berbentuk kapsul dan bertipe *dehiscent*, yaitu mempunyai kulit buah yang kering dan akan

terbuka ketika mencapai kemasakan untuk melepaskan biji-biji yang ada di dalamnya.

Brophy dan Doran (1996) menyebutkan bahwa kayuputih tersebar secara alami di Kepulauan Maluku, Pulau Timor, Australia bagian utara dan barat daya. Spesies ini tumbuh pada ketinggian antara 5-400 m di atas permukaan laut, dengan zona iklim tropis, curah hujan rata-rata 1.300-1.750 mm per tahun. Kayuputih mampu tumbuh baik pada lahan-lahan marginal maupun di daerah rawa-rawa dan genangan air. Di Kepulauan Maluku, kayuputih tumbuh pada berbagai kondisi tapak, baik di dataran tinggi maupun rendah yang berbatasan dengan hutan pantai dan tumbuh secara monokultur. Di samping itu kayuputih mampu beradaptasi pada tanah dengan drainase jelek, tahan terhadap kebakaran dan toleran terhadap tanah dengan kadar garam rendah – tinggi (Doran *et al.*, 1998) (Gambar 2).

Subspecies *cajuputi* adalah penghasil minyak kayuputih dengan kadar 1,8 *cineole* dan rendemen yang tinggi, sedang subspecies lainnya yaitu *cumingiana* and *platyphylla*, menghasilkan minyak dengan kadar *cineole* rendah. Di daerah Kalimantan Selatan dan Sumatera Selatan subspecies *cumingiana* dikenal sebagai gelam dan kayunya banyak digunakan untuk keperluan bangunan.

Mayoritas *M. cajuputi* subsp *cajuputi* digunakan sebagai bahan pembuatan minyak kayuputih yang dihasilkan melalui proses destilasi dari daun dan kuncup terminal. Unsur pokok bahan aktif yang terkandung di dalam minyak kayuputih adalah 1,8 *cineol* dan *alpha-terpineol* yang mengandung obat serta bagus digunakan untuk antiseptik dan obat penolak serangga (Doran *et al.*, 1997) Secara ilmiah minyak kayuputih kaya akan minyak atsiri yang sangat penting untuk farmakologi atau obat-obatan. Menurut Brophy and Doran (1996) minyak atsiri dari *M. cajuputi* subsp. *cajuputi* berisi senyawa utama dan ikutan, dengan senyawa

utama terdiri dari *1,8-cineole* (15-60 %), *sesquiterpene alcohols globulol* (0,2-8 %), *viridiflorol* (0,2-30 %), *spathulenol* (0,4-30%), sedangkan senyawa ikutan terdiri dari *limonene* (1,3-5 %), β -*caryophyllene* (1-4 %), *humulene* (0,2-2 %), *viridiflorene* (0,5-7 %), α -*terpineol* (1-7 %), α dan β -*selinene* (masing-masing 0,3-2 %) dan *caryophyllene oxide* (1-8 %). Rendemen minyak yang dihasilkan oleh jenis tersebut dari daun segar berkisar 0,4 – 1,2 %. Dengan menggunakan metode destilasi yang telah diperbaiki, rendemen minyak kayu putih dapat diperbaiki menjadi 1,23 % (Ibrahim *et al.*, 1996).



Gambar 2. Tegakan alam di Kepulauan Maluku (a), dan tanaman produksi kayuputih di Ponorogo (b)

Program Pemuliaan Kayuputih

3.1 Strategi Pemuliaan kayuputih

Untuk menjawab permasalahan terhadap rendahnya produktivitas tanaman kayuputih, maka Balai Besar Bioteknologi dan Pemuliaan tanaman Hutan bekerja sama dengan CSIRO Forestry and Forest Product, Australia melakukan program pemuliaan kayuputih. Program pemuliaan *M. cajuputi* subsp *cajuputi* ditujukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman kayu putih melalui seleksi untuk mencari individu atau famili pohon dengan kadar *1,8 cineole* dan rendemen tinggi.

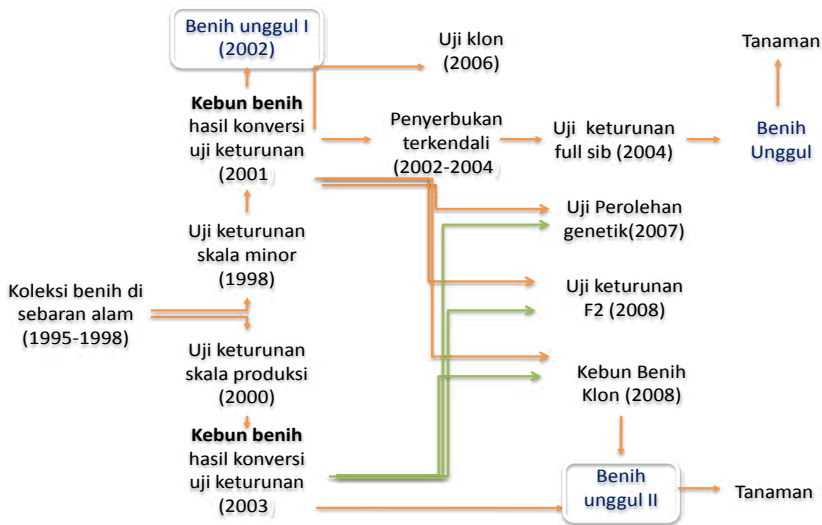
Strategi pemuliaan tanaman kayu putih untuk peningkatan rendemen dan kadar *1,8-cineole* didasarkan pada pembangunan uji keturunan guna mendapatkan data tentang variasi pertumbuhan dan pendugaan parameter genetik. Selanjutnya kebun uji keturunan ini dikonversikan menjadi kebun benih sebagai penghasil benih unggul untuk penanaman skala luas. Strategi ini berpijak pada hasil persilangan alami untuk menilai kinerja famili. Perbanyakkan secara vegetatif famili/individu terseleksi merupakan salah satu cara yang ditempuh untuk memanfaatkan keunggulan genetik tersebut.

Upaya pemuliaan kayuputih diawali dengan eksplorasi benih dan daun di daerah sebaran alami kayuputih, yaitu di Kepulauan Maluku serta Australia bagian utara yang dilakukan pada tahun 1995. Jumlah seluruh individu pohon yang diseleksi kadar *cineole*-nya sebanyak 256 berasal dari 23 populasi alami. Dari hasil seleksi minyak hanya terpilih 19 famili (7% dari total), dan selanjutnya benih dari ke 19 famili tersebut digunakan

untuk pembangunan uji keturunan di Paliyan, Gunungkidul. Plot uji keturunan dibangun pada tahun 1998 dengan menggunakan 19 famili, 10 treeplot dan 10 replikasi. Kegiatan evaluasi pertumbuhan dilakukan pada tahun 1999 dan hasil evaluasi dilanjutkan dengan kegiatan seleksi berdasarkan pertumbuhan dengan intensitas seleksi sebesar 50 %. Selanjutnya kegiatan evaluasi pada tahun berikutnya adalah evaluasi sifat minyak, berupa rendemen dan kadar 1,8 *cinole* dengan menggunakan gas chromatography. Hasil evaluasi sifat minyak kemudian dijadikan acuan dalam kegiatan seleksi berikutnya yaitu dengan meninggalkan 1 pohon terbaik untuk tiap plot. Setelah dilakukan seleksi berdasarkan sifat minyak, plot uji keturunan tersebut dikonversi menjadi kebun benih semai pada tahun 2000.

Selanjutnya serangkaian pembangunan uji keturunan dilakukan untuk lebih meningkatkan mutu genetik pohon dengan memanfaatkan informasi mengenai provenans unggul dari uji keturunan di Gunungkidul. Uji keturunan dengan jumlah famili lebih besar (82 famili) dilakukan di Gundih, Cepu dan Ponorogo pada tahun 2002. Famili- famili tersebut berasal dari tegakan alam di Masarete (Pulau Buru), Cotonea (Seram), Suli (Ambon), Pelitajaya (Seram), Ponorogo (Jawa Timur) dan Gundih (Jawa Tengah). Untuk menggabungkan sifat-sifat unggul dari pohon-pohon elit di kebun benih, penyerbukan buatan di kebun benih Gunungkidul dan Ponorogo juga telah dilakukan. Benih hasil penyerbukan tersebut telah dipergunakan sebagai materi uji keturunan *full-sib* di Gunungkidul.

Diagram alir untuk mencapai tujuan besar dari program pemuliaan kayuputih dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema strategi pemuliaan kayuputih

3.2 Hasil pemuliaan yang telah dicapai

Kebun benih uji keturunan kayu putih di Paliyan-Gunungkidul, menghasilkan benih unggul dengan rendemen minyak sebesar 2,1% (Susanto *et al.* 2003), di kebun benih tersebut menunjukkan adanya individu pohon yang mempunyai kualitas minyak yang superior yaitu rendemen minyak sampai 4,78 % dan kadar 1,8-cineole sampai 73 %. Individu-individu pohon yang mempunyai sifat-sifat yang superior tersebut dipilih untuk dijadikan sumber bahan vegetative untuk pembuatan kebun pangkas atau dapat dijadikan sumber benih klon. Dalam memilih individu pohon, setiap pohon yang terpilih tidak boleh dari satu famili, atau dengan kata lain setiap satu famili hanya diwakili oleh satu pohon yang terbaik. Famili yang dipilih, juga harus merupakan famili-famili yang unggul.

Seleksi pohon plus sebanyak 15 pohon yang terbaik dari 15 famili telah dilakukan pada kebun benih uji keturunan kayu putih di Paliyan Gunungkidul. Uji klonal terhadap pohon-pohon plus tersebut selanjutnya akan dilakukan dengan tujuannya untuk menilai secara obyektif kinerja klon klon unggul tersebut. Berdasarkan beberapa pengamatan yang pernah dilakukan pada beberapa uji jenis lainnya, menunjukkan bahwa kineja *ramet* dari uji keturunan tidak selalu sebaik *ortetnya* (pohon induknya). Rancangan uji klon ini dapat menggunakan pola uji untuk keturunan.

Dengan di pilihnya pohon plus sebanyak 15 individu dari 15 famili terbaik tersebut maka pohon plus tersebut dapat disilangkan dengan teknologi yang sudah dikuasi. Program pemuliaan perkawinan silang diantara pohon plus tersebut telah dilakukan, dengan hasil memperoleh individu pohon dengan rendemen minyak yang tinggi.

Karena uji keturunan kayu putih di Paliyan hanya terdiri dari 18 famili maka diupayakan untuk menambah famili-famili hasil eksplorasi dan seleksi lanjutan, baik dari populasi alam maupun dari populasi tanaman di Jawa dalam rangka memperbesar keragaman genetik populasi pemuliaan selanjutnya. Hasil eksplorasi yang pernah dilakukan atas kerjasama Puslitbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan-Yogyakarta dengan CSIRO-Australia seluruhnya menghasilkan 560 individu *seedlot* (famili) dari 23 populasi alam di Kepulauan Maluku dan Australia, serta 2 populasi hutan tanaman di Jawa. Famili yang terpilih sejumlah 103 yang didasarkan rendemen minyak di atas 1% atau kadar 1,8-cineole minyak di atas 50 % (Gunn *et al.*, 1996; Susanto *et al.*, 1998; and Doran and Rimbawanto, 1999). Dalam membuat populasi dasar, sebenarnya semua famili hasil koleksi dapat ditanam walaupun famili-famili tersebut mempunyai kualitas minyak rendah, dengan asumsi bahwa di hutan alam terjadi perkawinan terbuka sehingga kemungkinan famili-famili tersebut secara genetis membawa sifat minyak yang baik.

Menurut data hasil penelitian pada uji keturunan kayu putih di Paliyan tersebut, peningkatan sifat minyak dapat mencapai 10-21% dan pertumbuhan mencapai 15-20% dari rata-rata setelah seleksi pertama. Waktu yang diperlukan untuk pencapaian peningkatan genetik tersebut adalah kurang dari 4 tahun dari mulai penanaman uji keturunan, waktu tersebut lebih pendek bila dibandingkan dengan yang dicapai pada jenis *M. alternifolia* di Australia yaitu 6 tahun untuk mencapai peningkatan 30 % untuk sifat minyak yang dilaporkan oleh Doran *et al.* (1997). Berdasarkan hasil dari evaluasi di kebun benih uji keturunan kayu putih di Paliyan tersebut, maka prediksi perolehan genetik dari pertumbuhan dan sifat minyak akan diuji di lapangan dengan lokasi di dekat uji keturunan tersebut.

Uji keturunan dengan menguji jumlah famili yang lebih banyak telah dilakukan di tiga lokasi yang mewakili daerah penanaman kayu putih di Jawa dengan jumlah famili yang lebih besar. Uji keturunan tersebut dibangun di di Ponorogo, Jawa Timur; Cepu, Jawa tengah; dan Gundih Jawa Tengah. Uji keturunan tersebut dikonversi menjadi kebun benih untuk memenuhi kebutuhan benih unggul kayu putih di Indonesia.

Salah satu parameter keberhasilan program pemuliaan tercermin dari besarnya perolehan genetik (*Genetic Gain*) yang dihasilkan. Menurut Susanto *et al.*, (2003), pada uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan, didapatkan nilai perolehan genetik harapan (*Expected Genetic Gain*) pada sifat minyak sebesar 10-21% dan pertumbuhan mencapai 15-20%. Sementara itu pada uji keturunan kayuputih di Ponorogo didapatkan perolehan genetik pada sifat minyak sebesar 4.88 – 13,973-% dan pertumbuhan mencapai 11,8-20,38 % (Susanto *et al.*, 2008). Hasil estimasi nilai perolehan genetik program pemuliaan kayuputih yang dihitung berdasarkan nilai heritabilitas menunjukkan peningkatan genetik sebesar 10-20 %. Meskipun demikian, jika dilihat dari peningkatannya menunjukkan nilai rata-rata yang cukup tinggi, yaitu sebesar 2 % untuk di Kebun Benih Di Palityan dan 4.4 % untuk Kebun Benih Ponorogo.

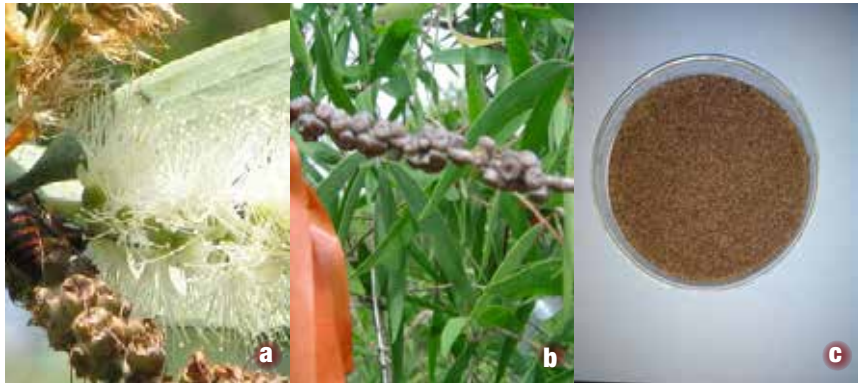
Teknik Budidaya Tanaman Kayuputih

4.1 Teknik Persemaian

Teknik pembibitan tanaman kayuputih dapat dilakukan secara generatif maupun vegetatif.

4.1.1 Perbanyak secara generatif

Secara generatif, perbanyak dilakukan dengan biji. Biji yang dipanen sebaiknya berasal dari pohon induk yang bagus dan dipanen ketika masa puncak pembuahan. Musim berbunga dan berbuah sangat bervariasi antar lokasi dan waktu. Di Gunung Kidul, Yogyakarta, puncak pembungaan dan pembuahan terjadi pada bulan Februari dan pemanenan buah yang tepat dilakukan pada bulan Juli - Agustus. Biji kayuputih terbungkus dalam kapsul-kapsul, dimana dalam setiap kapsul terdapat kurang lebih 10-30 biji (Gambar 4). Seringkali biji kayuputih tercampur dengan sekamnya yang sangat mirip penampilannya dengan biji. Dalam 1 gram biji kayuputih dapat menghasilkan semai kurang lebih 4000 – 6000 semai. Biji kayuputih sangat lembut sehingga dalam penaburan benih perlu perlakuan khusus yaitu dengan dicampur pasir halus ketika penaburan.



Gambar 4. Bunga (a), buah(kapsul) (b), dan biji kayuputih (c)

4.1.1.1 Pembibitan

Persiapan awal dalam melakukan pembibitan kayuputih dimulai dengan penyiapan bak tabur yang bak plastik ukuran sedang dengan drainase dibawahnya. Media tabur berupa pasir halus yang sudah di sterilkan dengan cara penggorengan (sangrai) atau dengan dijemur dibawah terik matahari selama beberapa hari. Sebelum dilakukan penaburan benih, benih dicampur dengan pasir halus steril untuk menjaga persebaran benih di bak tabur yang lebih merata. Penaburan benih dilakukan dalam bak-bak tabur. Pemeliharaan selama masa perkecambahan adalah dengan cara memelihara kelembaban dan suhu dalam media. Penyiraman dilakukan setiap hari dengan air yang sudah disterilisasi (dengan cara pemanasan hingga mendidih) dan ditambahkan sedikit kapur untuk mengurangi tingkat keasaman air. Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore hari. Benih berkecambah setelah 5-21 hari. Setelah satu minggu, semai ini harus disapih kedalam polibag yang telah diisi dengan media sapih berupa campuran antara top soil dan pupuk kandang dan pupuk organik mikro (Gambar 5).

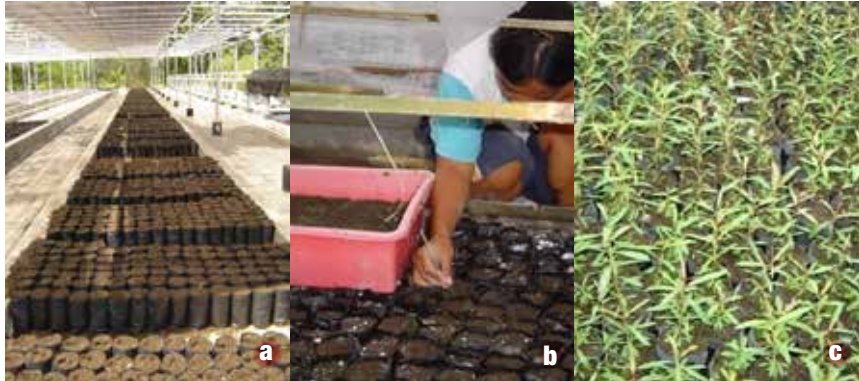


Gambar 5. Proses penyemaian benih kayuputih

4.1.1.2 Penyapihan dan pemeliharaan di persemaian

Tahap kedua dari penyiapan bibit adalah penyapihan. Penyapihan kecambah dari bak tabur dilakukan dengan menggunakan alat bantu pinset, karena ukuran kecambah yang sangat kecil. Setelah penyapihan dilakukan, bibit harus ditempatkan dalam sungkup plastik untuk menjaga kelembaban dan suhu agar tetap stabil selama satu bulan. Penyiraman dengan sprayer dilakukan setiap pagi sedangkan penyiraman media dilakukan 2 kali seminggu untuk menjaga media sapih tetap basah. Sebulan kemudian, atau setelah muncul daun empat pasang, sungkup dapat dibuka karena pada umur tersebut, bibit sudah kuat dan tahan terhadap perubahan kelembaban dan suhu udara, namun naungan/ paranet masih tetap dipasang selama satu bulan setelah pembukaan sungkup. Pemangkasan cabang dan pengurangan daun pada bibit

dilakukan sebelum bibit diangkut ke lapangan untuk mengurangi penguapan sehingga bibit tidak mengalami stres pada saat ditanam dilapangan (Gambar 6).



Gambar 6. Proses penyapihan bibit kayuputih

4.1.2 Perbanyak secara vegetatif

Perbanyak secara vegetatif pada kayuputih dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain:

4.1.2.1 Stek pucuk

Teknik perbanyak dengan stek pucuk pada kayuputih dilakukan dengan memanfaatkan tunas-tunas muda. Tanaman kayuputih memiliki kemampuan bertunas (*sprouting ability*) yang bagus, sehingga untuk menumbuhkan tunas-tunas muda dapat dilakukan dengan mudah. Untuk memacu munculnya tunas-tunas muda, batang tanaman kayuputih dilukai atau di girdling. Selanjutnya akan muncul tunas-tunas muda dalam jumlah yang banyak. Tunas yang masih muda dipotong kurang lebih sepanjang 10 cm, kemudian diberi hormone IBA pada bagian pangkal tunas. Selanjutnya ditanam pada bak plastik dengan media tanam berupa pasir halus dan ditutup dengan sungkup. Stek pucuk yang

berhasil tumbuh akan menampakkan kondisi stek yang masih segar (tidak layu) dan muncul tunas baru. Penyiraman dilakukan dengan *hand sprayer* setiap pagi dan sore untuk menjaga kelembabannya. Setelah tunas baru berkembang dan kokoh, kemudian dilakukan aklimatisasi dengan membuka sungkup secara bertahap. Teknik perbanyakan dengan stek pucuk ini dilakukan terutama pada pohon-pohon unggul yang memiliki rendemen dan kadar 1,8 cineole yang tinggi. Melalui perbanyakan stek pucuk ini maka sifat genetik yang dimiliki oleh pohon induknya akan terbawa pada bibit yang dikembangkan. Teknik perbanyakan dengan stek pucuk ini memberikan persen keberhasilan yang cukup tinggi, hampir 90 % (Wibawa A, komunikasi pribadi). Tahap-tahap pembuatan stek pucuk dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemangkasan batang kayuputih untuk menstimulasi tumbuhnya tunas-tunas baru yang juvenile (a), Tunas-tunas baru yang muncul (1-2 bulan setelah pangkas), siap diambil sebagai materi untuk pembuatan stek pucuk. Tunas muda dipotong kuarng lebih 10 cm, selanjutnya dirensam dalam hormone IBA beberapa saat. Selanjutnya ditaman dalam media pasir halus dan ditutup sungkup (b)



Gambar 8. Stek pucuk kayuputih dalam bak plastik tertutup dengan kelembaban yang tinggi untuk memacu munculnya akar dan tumbuhnya tunas daun baru (a), Stek pucuk yang berhasil tumbuh tampak segar dan tumbuh tunas baru, dibuka sungkupnya secara bertahap untuk aklimatisasi (b), dan Stek pucuk yang berhasil tumbuh, setelah tingginya kurang lebih 50 cm dan batang tamoak kokoh, siap untuk ditanam di lapangan (c)

4.1.2.2 Grafting/menyambung

Perbanyak dengan teknik *grafting* atau menyambung dilakukan dengan menyambungkan bagian bawah tanaman (*rootstock*) dengan bagian atas berupa potongan ranting dari pohon yang sudah tua (*scion*). Oleh karena itu perlu menyiapkan semai yang akan digunakan sebagai *rootstock* dan menyiapkan bagian yang akan disambungkan (*scion*). Benih yang disemaikan untuk *rootstock* sebaiknya benih-benih dari pohon induk dengan nomor sama yang akan digunakan sebagai *scion*. Ini berkaitan dengan tingkat kompatibilitas antara batang atas (*scion*) dan batang bawah (*rootstock*) sehingga dapat diperoleh persen keberhasilan lebih tinggi. *Scion* diambil dari ranting pohon kayuputih yang memenuhi kriteria untuk grafting yaitu: diameter kurang lebih 5-10 mm, memiliki daun dan berkayu. Ranting-ranting tersebut kemudian diikat dan dibungkus dengan kertas untuk menjaga kelembaban (Gambar 9).



Gambar 9. Pembuatan grafting kayuputih

Pembuatan *grafting* mengikuti metode yang telah dikembangkan pada tanaman eucalyptus, yaitu *top cleft grafting*. Jika dibandingkan dengan metode yang lain, *top cleft grafting* memberikan persen keberhasilan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena luas permukaan yang saling bersinggungan antara *rootstock* dan *scion* lebih banyak sehingga kemungkinan untuk bersambung lebih besar. Selain itu dalam grafting ini digunakan nomor pohon induk yang sama karena tingkat kompatibilitasnya lebih besar, sehingga tingkat keberhasilannya juga lebih besar. Hartman (1990) menyebutkan bahwa selain faktor kompatibilitas faktor lain yang mempengaruhi tingkat keberhasilan sambungan antara lain penggunaan materi yang bebas penyakit, kondisi pertumbuhan batang bawah dan *scion*, luasan permukaan kambium yang saling menempel antara batang atas dan bawah serta perawatan setelah dilakukan penyambungan yang meliputi pemberian naungan, sungkup pada sambungan dan pembersihan tunas yang tumbuh pada *rootstock*.

Setelah dilakukan *grafting*, kegiatan selanjutnya adalah pemeliharaan agar grafting tetap hidup dan segar. Kira-kira 1 minggu setelah dilakukan *grafting*, apabila berhasil akan tumbuh tunas-tunas baru dari scion. Selanjutnya untuk aklimatisasi plastik sungkup *grafting* dibuka secara bertahap untuk memberikan lingkungan yang mendukung. Demikian juga sarlon/*shading* secara bertahap dibuka hingga akhirnya bibit grafting dapat tumbuh bagus tanpa naungan dipersemaian. Penyiraman dilakukan setiap hari untuk menjaga bibit *grafting* tetap segar.

4.1.2.3 Teknik Penanaman

1. *Persiapan Lahan*

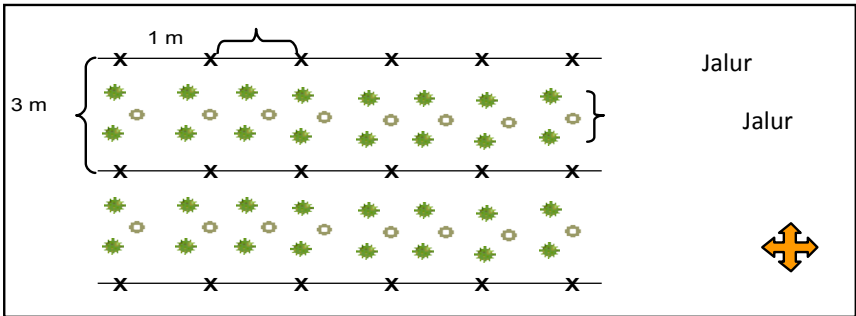
Kegiatan persiapan lahan mencakup pembersihan dan pengolahan lahan, pemasangan ajir, pembuatan lubang tanam dan pemupukan dasar (Gambar 11). Lahan yang digunakan untuk penanaman kayuputih sebaiknya yang bebas dari serangan rayap, mengingat tanaman kayuputih rentan dengan serangan rayap.

Pemupukan dasar dilakukan dengan cara penaburan pupuk makro TSP dan pupuk mikro organik pada setiap lubang tanam. Pemupukan dasar ini ditujukan untuk menyediakan unsur hara sehingga pada saat tanaman beradaptasi pada kondisi lingkungan yang baru, unsur hara sudah siap untuk diserap akar tanaman.

2. *Penanaman*

Pada umumnya penanaman kayuputih dilakukan dengan menggunakan sistem tumpangsari. Jarak tanam untuk tanaman pokok (kayuputih) yang banyak diterapkan adalah 3 x 1 meter sehingga di sela-sela tanaman pokok tersebut petani penggarap dapat menanam tanaman palawija dengan radius minimal 0,5 meter dari tanaman pokok. Disisi lain, model pemanenan daun kayuputih dengan sistem pangkas tunas ini memberikan manfaat lain bagi

tanaman palawija/tanaman sela untuk mendapatkan sinar matahari dengan maksimal.



Gambar 10. Pola tanaman pada pertanaman kayuputih dengan system tumpangsari

3. *Pemeliharaan*

Kegiatan pemeliharaan mencakup penyulaman dan pemupukan tanaman kayuputih. Rayap menyerang tanaman yang sebelumnya menyerang bambu yang digunakan sebagai ajir. Untuk mengurangi intensitas serangan rayap tersebut telah dilakukan penaburan insektisida (Furadan) di sekitar tanaman. Kegiatan pemeliharaan dilakukan dengan tujuan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan mengurangi gangguan dari hama maupun gulma.



Gambar 11. Bibit siap tanam, persiapan dan penanaman kayuputih

Prospek Ekonomi Pengembangan Kayuputih

Kayuputih sebagai salah satu komoditas hasil hutan bukan kayu memiliki potensi yang cukup menjanjikan. Beberapa sumber menyebutkan bahwa dari kebutuhan dalam negeri terhadap permintaan kayuputih sebesar 1500 ton per tahun baru dapat dipenuhi oleh industri dalam negeri kurang lebih 500 ton per tahun. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut perlu mengimport minyak eucalyptus dari Cina. Hal ini mengindikasikan bahwa sebenarnya peluang untuk pengembangan industri minyak kayu putih masih terbuka lebar.

Selama ini pemasok utama minyak kayuputih dalam negeri banyak didominasi oleh Perum Perhutani, Dinas Kehutanan Yogyakarta serta industri rumah tangga yang ada di kepulauan Maluku. Perum Perhutani, dengan luasan tanaman kayuputih kurang lebih 24 000 ha mengoperasikan pabrik penyulingan di 4 lokasi yaitu di wilayah KPH Indramayu, KPH Gundih, KPH Madiun, dan KPH Mojokerto (total 10 pabrik penyulingan). Dengan kapasitas terpasang total 10 pabrik pengolahan minyak kayuputih sebesar 53.760 ton daun /tahun, produksi minyak kayuputih yang dihasilkan mencapai 300 ton per tahun. Sedangkan di Dinas kehutanan DIY produksi tahunannya mencapai 50 ton. Dinas Kehutanan Propinsi DIY mengoperasikan 2 pabrik penyulingan besar di Sendangmole dan Gelaran. Selain itu juga mengoperasikan 3 pabrik penyulingan skala kecil yang terletak di Dlingo, Kediwung, Sremo. Suplai bahan baku diperoleh dari tanaman kayuputih yang dikelola sendiri oleh Dinas Kehutanan DIY.

Perum Perhutani (2010) menyebutkan bahwa produktivitas rata-rata daun kayuputih antara tahun 2006-2010 kurang lebih 1,8 kg /pohon dengan rata-rata rendemen sebesar 0,8 % dan kerapatan tegakan rata-rata kurang dari 0,8. Dengan produktivitas daun kayuputih yang rendah tersebut menjadikan bahan baku untuk industri minyak kayuputih jauh dibawah kapasitas terpasang pabrik penyulingan minyak kayuputih. Selain itu rendahnya produksi minyak kayuputih juga disebabkan oleh rendemen minyak yang rendah.

Penemuan benih unggul kayuputih oleh balai Besar Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan merupakan suatu terobosan baru yang dapat mempercepat peningkatan produksi minyak kayuputih. Benih unggul kayuputih dari Kebun Benih di Paliyan memiliki rendemen mencapai 2% dengan kadar cineole 65%. Sedangkan benih unggul dari Kebun benih di Ponorogo menghasilkan rendemen yang lebih tinggi lagi yaitu rata-rata 4,4% (Susanto et al, 2008). Sementara dari sifat produktivitas pangkasannya, Kartikawati *et al* (2001) menyebutkan bahwa rata-rata produksi pangkasan kayuputih pada plot uji keturunan di Paliyan Gunungkidul adalah 6 kg per pohon. Dengan jarak tanam pada areal penanaman adalah 3 x 1 m, maka terdapat 3333 tanaman kayuputih per hektar. Jika asumsi produksi pangkasan per pohon adalah 6 kg, maka dalam satu kali panen akan dihasilkan 19.998 kg daun/ha. Dengan rata-rata rendemen 2 %, maka akan dihasilkan minyak kayuputih sebanyak **399,96** kg minyak/ha.

Menurut studi yang dilakukan oleh Astana (2005), rendemen minyak kayu putih merupakan salah satu faktor penting yang menentukan labarugi industri ini. Selama ini industri penyulingan minyak kayu putih, baik yang diusahakan oleh rakyat, Perum Perhutani maupun Dinas Kehutanan Propinsi DI Yogyakarta memberikan nilai yang rendah terhadap harga daun kayu putih. Harga daun hanya didasarkan pada perhitungan upah

pemetikan dan pengangkutan ke pabrik penyulingan, dan berkisar antara Rp 90 – Rp 215 per kg. Oleh sebab itu meski rendemennya rendah (maksimum 1%) usaha penyulingan tetap menguntungkan. Akibat dari rendahnya harga daun ini maka tidak ada insentif bagi industri ini untuk mengembangkan tanaman kayu putih. Upaya peremajaan tanaman kayu putih berlangsung sangat lambat dan dilakukan hanya untuk mempertahankan luas areal tanaman, bukan dalam rangka meningkatkan produktivitas tanaman dan minyaknya. Dengan harga daun yang layak, antara Rp 500 – Rp 900 per kg, rendemen minyak sebesar minimal 2% dianggap sebagai batas bawah agar usaha ini menguntungkan.

Berdasarkan studi tersebut diatas, usaha penanaman dan penyulingan minyak kayu putih skala rakyat dengan pola tumpangsari secara ekonomi dapat memberikan keuntungan yang layak kepada petani. Dengan asumsi luas tanaman satu hektar, harga daun Rp 700 per kg dan suku bunga 12% per tahun, diperoleh nilai NPV sebesar Rp 4.403.727, B/C rasio sebesar 1,18 dan nilai IRR sebesar 18%, petani dapat memperoleh laba hingga Rp 6.768.470 (jika biaya sewa lahan dan tenaga kerja sendiri tidak diperhitungkan).

Dari hasil studi diatas dapat disimpulkan bahwa industri minyak kayu putih mempunyai potensi untuk dikembangkan. Ketersediaan benih unggul dengan rendemen minyak yang tinggi merupakan salah satu prasyarat bagi pengembangan industri ini.

Penutup

Pengembangan tanaman kayuputih sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri minyak kayuputih di Indonesia. Upaya penyediaan benih unggul dengan rendemen minyak yang tinggi dan teknik budidaya tanaman kayuputih telah tersedia guna mendukung program pengembangan tanaman kayuputih. Usaha yang telah dilaksanakan untuk mendapatkan benih unggul dengan rendemen minyak tinggi yang telah dan sedang dilakukan oleh Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan merupakan salah satu komponen produksi yang kini telah dapat dimanfaatkan. Analisis kelayakan ekonomi terhadap pengusahaan tanaman kayuputih dengan system tumpang sari maupun dengan sistem hutan rakyat menyatakan bahwa pengusahaan tanaman kayuputih memberikan keuntungan yang layak. Semuanya berpulang kepada para pelaku industri minyak kayu putih, pemerintah melalui kebijakan regulasi, Perum Perhutani, Dinas Kehutanan Propinsi, industri pengemasan dan para petani untuk memanfaatkan hasil penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2005. Laporan Tahunan Balai Pengolahan Hasil Hutan dan Perkebunan Dishutbun Yogyakarta
- Astana, S. 2005. Analisis kelayakan finansial usaha budidaya dan penyulingan kayu putih skala rakyat. Makalah disampaikan pada Temu Lapang Puslit Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan dan Dinas Kehutanan Propinsi Jawa Tengah di Semarang, 14 Desember 2005
- Brophy, J.J. and Doran, J.C. 1996. Essential Oils of Tropical *Asteromyrtus*, *Callistemon* and *Melaleuca* Species: *In Search of Interesting Oils with Commercial Potential*. ACIAR Monograph No. 40
- Craven, L.A dan Barlow, B.A. 1997. New taxa and new combination in *Melaleuca* (Myrtaceae). *Novon*. 7(2): 113-119.
- Doran, J.C., Baker, G.R., Murtagh G.J. dan Southwell, I.A. 1997. Improving tea tree yield and quality through breeding and selection. RIRDC Research Paper Series No 97/53. Project No. DAN-87A.
- Doran, J.C, Rimbawanto A, Gunn, B.V dan Nirsatmanto, A. 1998. Breeding plan for *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* in Indonesia. CSIRO Forestry and Forest Products, Australian Tree Seed Centre and Forest Tree Improvement Research and Development Institute, Indonesia
- Gunn, B., McDonald, M., and Lea, D. 1996. Seed collection of *Melaleuca cajuputi* Powell in Indonesia and Northern Australia November

- 1995 - January 1996. Australian Tree Seed Centre, CSIRO Forestry and Forest Products, Canberra
- Hartman, H.T., D.E.Kester and F.T. Davies.1990. Plant Propagation Principles and Practices. Prentice Hall of India. New Delhi.
- Ibrahim-J, Abdul Rashih, A., dan Abu Said A. 1996. An improved pilot distillation still for essential oils production. Journal of Tropical Forest Products. 2(1): 25-34.
- PERUM PERHUTANI. 2010. Rencana Pengaturan Kelestarian Hutan Kelas Perusahaan kayu Putih dari KPH Madiun. Bagian Hutan Sukun, BKPH Sukun, Jangka Perusahaan 1 Januari 2011 sampai dengan 31 Desember 2015.
- Sunanto, H. 2003. Budi Daya dan Penyulingan Kayu Putih. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Susanto, M., Doran, J.C., Arnold, R. dan Rimbawanto, A. 2003. Genetic variation in growth and oil characteristics of *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* and potential for genetic improvement. Journal of Tropical Forest Science 15(3): 469-482.
- Susanto, M., Rimbawanto, A., Prastyono., Kartikawati, N.K. 2008. Peningkatan Genetik Pada Pemuliaan Kayuputih. Jurnal Pemuliaan Hutan Tanaman, vol. 2 No2. September 2008.



Kerjasama:

BALAI BESAR PENELITIAN BIOTEKNOLOGI DAN PEMULIAAN TANAMAN HUTAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KEHUTANAN
dan
DIREKTORAT JENDERAL BINA USAHA KEHUTANAN

Didukung oleh:



ISBN: 978-602-7672-52-9

