

BUDIDAYA

nyamplung

(*Calophyllum inophyllum* L.)

untuk Bioenergi dan Prospek
Pemanfaatan Lainnya



BUDIDAYA NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.) UNTUK BIOENERGI DAN PROSPEK PEMANFAATAN LAINNYA

Disusun oleh:

Dr. Ir. Budi Leksono, M.P.

Eritrina Windyarini, S.Hut., M.Sc.

Tri Maria Hasnah, S.Hut.

Kerja sama:



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



KEMENTERIAN KEHUTANAN

c1/11.2014

Judul Buku:

BUDIDAYA NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.) UNTUK
BIOENERGI DAN PROSPEK PEMANFAATAN LAINNYA

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. Ir. Budi Leksono, M.P.
Erित्रina Windyarini, S.Hut., M.Sc.
Tri Maria Hasnah, S.Hut.

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-

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 dipraktikkan 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 Tabel.....	xi
Daftar Gambar	xiii
BAB 1 Pendahuluan.....	1
BAB 2 Ekologi.....	3
BAB 3 Teknik Pembibitan.....	6
3.1 Pengumpulan Buah.....	6
3.2 Penanganan Buah dan Benih.....	8
3.3 Pembuatan Bibit secara Generatif dan Vegetatif	9
BAB 4 Teknik Penanaman.....	29
4.1 Persiapan calon lokasi tanaman	29
4.2 Persiapan lahan	29
4.3 Penanaman	31
4.4 Pemeliharaan Tanaman	33
BAB 5 Prospek Ekonomi	39
5.1 Cangkang biji untuk briket arang dan asap cair.....	42
5.2 Bungkil hasil pres biji untuk pakan ternak	43
5.3 Resin kumarin untuk obat-obatan	43
5.4 Gliserol untuk sabun	45
Daftar Bacaan	46

Daftar Tabel

1. Potensi ekonomi dari pohon nyamplung..... 39

Daftar Gambar

1.	Karakteristik pohon nyamplung.....	5
2.	Tegakan nyamplung di KHDTK Watusipat, Gunung Kidul, DIY; (b) Tegakan nyamplung di Dompu, Sumbawa, NTB	7
3.	Buah nyamplung di lantai hutan (a), Pengunduhan buah dengan galah (b), Buah nyamplung masak fisiologis (c), dan Pengepakan buah ke dalam karung (d)	8
4.	Buah segar, Buah kering, Teknik skarifikasi benih, Benih yang terpisah dari cangkang buah, dan Benih nyamplung.....	9
5.	Persiapan media dan bedeng persemaian.....	10
6.	Posisi benih awal sebelum ditanam (a), dan Posisi benih setelah ditanam ke dalam media (b).....	10
7.	Perkecambahan nyamplung di persemaian	11
8.	Bibit dikeluarkan dari sungkup plastik (a), dan Jarak antar polybag bibit ditanam (b).....	12
9.	Penyiraman bibit (a), dan Penyiang gulma (b).....	13
10.	Teknik pemupukan: ditabur (a), dan disiramkan (b)	13
11.	Gejala dan tanda kerusakan akibat aphid pada semai nyamplung....	15
12.	Kerusakan akibat serangan thrips.....	16
13.	Embun jelaga pada nyamplung	17
14.	Bercak daun pada nyamplung	18
15.	Klorosis pada nyamplung.....	19
16.	Bibit nyamplung siap tanam	20
17.	Seleksi dan pengepakan bibit	20
18.	Pengelupasan kulit batang (a) , pengikatan lembaran plastik di bawah kupasan kulit (b), pengisian media ke dalam lembaran plastik (c) , hasil cangkakan (d), dan bibit hasil cangkakan (e) ...	22
19.	Scion yang diambil dari pohon induk	23

20. Teknik penyambungan <i>top cleft graft</i> (a), <i>veneer graft</i> (b), dan <i>budding</i> (c)	23
21. Bahan <i>rootstock</i> untuk sambungan	24
22. Pengikatan sambungan dan penyungkupan hasil sambungan	24
23. Pembukaan sungkup dan tali plastik pada bibit hasil sambungan	25
24. Stek pucuk nyamplung	27
25. Pengukuran lahan	30
26. Pembersihan lahan dan pemasangan ajir	31
27. Pembuatan lubang tanam dan pemberian pupuk dasar.....	32
28. Penanaman bibit nyamplung.....	32
29. Pemasangan bronjong bambu untuk tanaman nyamplung di pantai.....	33
30. Pemasangan irigasi tetes	34
31. Penyiangan gulma dan pendangiran.....	35
32. Pemupukan dengan NPK (a), dan pemupukan dengan pupuk kandang (b).....	36
33. Tanaman nyamplung (a) Wonogiri (Jateng), (b) Pantai Pangandaran (Jabar)	37
34. Pertanaman vegetatif nyamplung umur 3 tahun di Cilacap (Jateng).....	38
35. Proses pembuatan biodisel.....	41
36. Pemanfaatan cangkang menjadi briket arang dan asap cair	42
37. Pemanfaatan bungkil menjadi pakan ternak dan burger feed	43
38. Pemanfaatan gum menjadi obat-obatan	44
39. Pemanfaatan gliserol menjadi sabun.....	45

Pendahuluan

Krisis energi dunia yang ditandai dengan melonjaknya harga minyak bumi, telah mendorong penduduk dunia untuk mengalihkan sumber energinya ke energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Salah satu bentuk energi alternatif yang banyak dikaji dan dikembangkan adalah *biofuel* atau bahan bakar nabati (BBN). Sebagai bahan bakar, biodiesel merupakan salah satu produk *biofuel* yang mampu mengurangi emisi hidrokarbon tak terbakar, karbon monoksida, sulfat, hidrokarbon polisiklik aromatik, nitrat hidrokarbon polisiklik aromatik dan partikel padatan sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang disukai disebabkan oleh sifatnya yang ramah lingkungan.

Untuk mendorong pengembangan *biofuel*, pemerintah telah mengeluarkan Kebijakan Energi Nasional, diantaranya PP No.5/2006 dengan menetapkan target produksi *biofuel* pada tahun 2025 sebesar 5 % dari total kebutuhan energi minyak nasional dan penugasan kepada Departemen Kehutanan untuk berperan dalam penyediaan bahan baku *biofuel* termasuk pemberian ijin pemanfaatan lahan hutan terutama lahan yang tidak produktif. Namun dengan semakin berkurangnya cadangan minyak bumi dan untuk menghemat devisa negara, maka telah dikeluarkan Peraturan Menteri ESDM No. 25/2013 untuk peningkatan campuran biodiesel sebesar 10% mulai tahun 2013.

Salah satu jenis tanaman hutan yang mempunyai potensi sebagai bahan baku *biofuel* adalah Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) dengan memanfaatkan bijinya. Selain bukan merupakan tanaman pangan, tanaman ini sudah mulai dibudidayakan di Indonesia sebagai tanaman *wind breaker* pada daerah marginal di tepi pantai atau lahan-lahan kritis

lainnya. Variasi ukuran buah, biji dan pertumbuhan tanaman dari populasi nyamplung di seluruh Indonesia menunjukkan peluang untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Produktivitas biji nyamplung sangat tinggi bervariasi antara 40-150 kg/pohon/th atau sekitar 20 ton/ha/th dan lebih tinggi dibandingkan jenis tanaman lain seperti Jarak pagar (5 ton/ha/th) dan sawit (6 ton/ha/th).

Rendemen minyak nyamplung dari 12 populasi di Indonesia mempunyai variasi yang tinggi yaitu antara 37-58 % (Leksono *et al.*, 2014a) dan lebih tinggi dibandingkan jarak pagar 25-40%, saga hutan 14-28%, kepuh 24-40%, kesambi 30-40% dan kelor 39-40% (Sudrajad & Setiawan, 2005; Sudrajad dkk., 2010a; Sudrajad dkk., 2010b). Satu liter minyak nyamplung dapat dihasilkan dari 2-2,5 kg biji, sedangkan jarak pagar membutuhkan 4 kg untuk menghasilkan satu liter minyak. Hasil analisis sifat fisiko-kimia biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi sebagian besar standar SNI 04-7182-2006. Potensi yang sangat tinggi tersebut di atas menjadi dasar pengembangan nyamplung dalam program pemuliaan sesuai dengan strategi yang telah dibuat. Nyamplung selain menghasilkan BBN juga berpotensi menghasilkan produk lain dari pemanfaatan limbahnya seperti briket arang, asap cair untuk pengawet kayu, bungkil untuk pakan ternak, resin/getah untuk obat-obatan dan pewarna tekstil, sabun, dll. Untuk pengembangan nyamplung sebagai tanaman energi, telah dibangun uji coba penanaman, pembangunan sumber benih, pengolahan minyak nyamplung dan pemanfaatan limbahnya, dengan teknik budidaya nyamplung dan potensinya yang disajikan pada buku ini.

BAB 2

Ekologi

Nyamplung memiliki sebaran yang luas di dunia, dari Afrika, India, Asia Tenggara, Australia Utara, dan lain-lain. Di Indonesia dijumpai hampir di seluruh wilayah, terutama pada daerah pesisir pantai, seperti: Taman Nasional (TN) Alas Purwo, TN Kepulauan Seribu, TN Baluran, TN Ujung Kulon, Cagar Alam (CA) Pananjung Pangandaran, Kawasan Wisata (KW) Batu Karas, Pantai Carita Banten, wilayah Papua (pulau Yapen, Jayapura, Biak, Nabire, Manokwari, Sorong, Fakfak), Maluku Utara (Halmahera dan Ternate), TN Berbak (Pantai Barat Sumatera).

Di Pulau Jawa, tegakan nyamplung pada umumnya tumbuh dan ditanam di daerah pantai berpasir (0 m dpl.) juga pada tanah mineral sampai ketinggian 150 m dpl. Tegakan nyamplung pada umumnya tumbuh pada tipe hutan campuran, di hutan alam dengan jenis ketapang, malapari, waru laut, keben, pandan laut, dll.. Di hutan tanaman dengan akasia, mahoni, kayu putih, melinjo, nangka, duku, durian, dll. Nyamplung tumbuh paling dekat pada posisi 50 – 1000 m dari bibir pantai dengan kerapatan pohon sangat bervariasi. Peta sebaran nyamplung dari 6 populasi di Jawa pada umumnya berdekatan dengan pantai selatan dan pantai barat pulau Jawa, yang mempunyai karakteristik fisik lahan dalam klasifikasi sistem dataran laut dan pantai, sistem dataran, sistem dataran aluvial sampai dengan sistem bukit kapur, dengan sub sistem pesisir pantai yang bergelombang, sub sistem riverne plains dan sub sistem kipas aluvial, tipe batuan sedimen pasir serta tipe batuan kapur yang terbentuk dari endapan muara dan endapan vulkanik (Leksono dkk., 2011).

Prasyarat tumbuh nyamplung adalah sbb.:

1. Tumbuh pada tanah mineral dan pantai berpasir marginal, tanah yang mengandung liat berdrainase baik dan toleran terhadap kadar garam.
2. Tumbuh baik pada ketinggian : 0 – 200 meter dpl
3. Tipe curah hujan A dan B (1000 – 3000 mm/th dengan 4 – 5 bulan kering)
4. Temperatur rata-rata 18-33° C
5. pH antara 4-7,4

Karakteristik **pohon** nyamplung bertajuk rimbun-menghijau dengan akar tunjang. Tinggi pohon dapat mencapai 25 m dengan tinggi bebas cabang 4-10 m, diameter dapat mencapai 150 cm. **Batang** berkayu dengan percabangan mendatar dan jarang berbanir, kulit batang bagian luar berwarna kelabu atau putih, beralur dangkal dan mengelupas besar-besar tipis, pada kulit kayu terdapat saluran getah berwarna kuning. **Daun** tunggal bersilang-berhadapan bulat memanjang atau bulat telur, ujung tumpul, pangkal membulat, tepi rata, pertulangan menyirip, panjang 20-21 cm, lebar 6-11 cm, tangkai 1,5-2,5 cm, daging daun seperti kulit/belulang, warna hijau. **Bunga** majemuk, bentuk tandan di ketiak daun yang teratas, berkelamin dua, diameter 2-3 cm, tujuh sampai tiga belas, daun kelopak empat tidak beraturan, benang sari banyak, tangkai putik membengkok, kepala putik berbentuk perisai, daun mahkota empat, lonjong, putih. **Buah** muda berwarna hijau dan yang sudah tua berwarna kekuning-kuningan, apabila dibiarkan lama buah berwarna seperti kayu, buah termasuk kategori buah batu, bulat seperti peluru dengan mancung kecil di depannya, diameter antara 2,5-5 cm. **Biji** berbentuk bulat tebal dan keras, berukuran relatif besar berdiameter 2,5-4 cm, daging biji tipis dan biji yang telah kering dapat tahan disimpan selama 1 bulan, inti biji mengandung minyak berwarna kuning kecoklatan (Gambar 1).



Gambar 1. Karakteristik pohon nyamplung

Teknik Pembibitan

3.1 Pengumpulan Buah

Untuk mendapatkan benih yang berkualitas, sebaiknya buah diperoleh dari sumber benih dalam bentuk Tegakan Benih Provenan, Kebun Benih dan Kebun Pangkas. Sebelum sumber benih tersebut diperoleh, dapat digunakan sumber benih sementara dari penununjukkan tegakan alam atau tanaman yang sudah disertifikasi menjadi Tegakan Benih Teridentifikasi, Tegakan Benih Terseleksi dan Areal Produksi Benih. Pemilihan sumber benih juga sebaiknya disesuaikan dengan tujuan utama pembangunan tegakannya, misalnya pembangunan tegakan nyamplung untuk tujuan produksi minyak, maka disarankan untuk menggunakan sumber benih yang sudah terseleksi berdasarkan keunggulan rendemen minyaknya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi dari Gunung Kidul (DIY) di KHDTK Watusipat, Gunung Kidul (Gambar 2a) memiliki rendemen minyak tertinggi di Pulau Jawa yang dapat mencapai 50%. Sedangkan provenan Dompu, Nusa Tenggara Barat (Gambar 2b) rendemen minyak dapat mencapai 58% (Leksono dkk., 2014a). Pembangunan tegakan nyamplung dengan tujuan untuk obat-obatan dapat menggunakan sumber benih dari provenan Selayar, Sulawesi Selatan karena provenan tersebut diketahui memiliki kandungan kumarin tertinggi dibandingkan dengan provenan lainnya di Indonesia (Leksono dkk., 2014b).

Buah nyamplung dapat dikumpulkan dari lantai hutan di bawah tegakan Nyamplung (Gambar 3a) atau diunduh langsung dari pohon dengan cara memanjat dengan bantuan galah (Gambar 3b).



Gambar 2. Tegakan nyamplung di KHDTK Watusipat, Gunung Kidul, DIY; (b) Tegakan nyamplung di Dompu, Sumbawa, NTB

Pengunduhan dari pohon sebaiknya dilakukan dengan menggunakan bantuan jaring sehingga buah langsung jatuh ke dalam jaring tanpa menyentuh tanah. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pengumpulan serta memperoleh buah dari pohon induk yang dikehendaki dan menghindari kemungkinan terjadinya kontaminasi hama atau penyakit dari tanah. Buah yang dikumpulkan adalah buah masak secara fisiologis berwarna hijau kekuningan/ kuning kecoklatan (Gambar 3c). Buah yang sudah terkumpul kemudian dimasukkan ke dalam karung untuk memudahkan membawanya (Gambar 3d).



Gambar 3. Buah nyamplung di lantai hutan (a), Pengunduhan buah dengan galah (b), Buah nyamplung masak fisiologis (c), dan Pengepakan buah ke dalam karung (d)

3.2 Penanganan Buah dan Benih

Buah segar nyamplung yang sudah dikumpulkan harus segera dijemur hingga kering (kulit buah terlihat berkeriput dan berwarna coklat) kurang lebih 5-7 hari. Buah yang sudah kering dapat disimpan lebih lama dibandingkan buah yang masih basah. Penanganan berikutnya adalah skarifikasi benih, yaitu proses untuk mempercepat perkecambahan dengan cara mekanis. Buah nyamplung yang sudah kering kemudian dipukul dengan alat pemukul hingga kulit tempurung benih pecah namun benihnya tetap utuh. Benih yang sudah dipecah harus segera disemaikan karena tergolong jenis rekalsitran (tidak tahan disimpan lama). Hal ini disebabkan karena kandungan air benih yang tinggi ($30\% >$). Usahakan untuk melakukan skarifikasi dan penyemaian benih pada hari yang sama agar benih tidak rusak. (Gambar 4)



Gambar 4. Buah segar, Buah kering, Teknik skarifikasi benih, Benih yang terpisah dari cangkang buah, dan Benih nyamplung

3.3 Pembuatan Bibit secara Generatif dan Vegetatif

3.3.1 Generatif

Pembuatan bibit secara generatif menggunakan materi biji yang sudah dilakukan skarifikasi. Tahapan kegiatannya adalah sebagai berikut :

3.3.1.1 Persiapan media dan bedeng semai

Media yang digunakan adalah campuran topsoil dan kompos dengan perbandingan 1:1. Topsoil sebaiknya diayak dan dijemur terlebih dahulu sebelum dicampur dengan kompos. Campuran media kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran 18 x 6,5 cm. Polybag berisi media disusun secara rapat pada bedeng semai yang telah diberi naungan (paranet) dengan intensitas 50-60 %, kemudian diberi sungkup plastik untuk menjaga suhu dan kelembaban agar stabil. Polybag berisi media kemudian disiram air hingga kapasitas lapang dan diberi fungisida untuk meminimalkan penyakit yang terbawa media (Gambar 5).



Gambar 5. Persiapan media dan bedeng persemaian

3.3.1.2 Penaburan benih

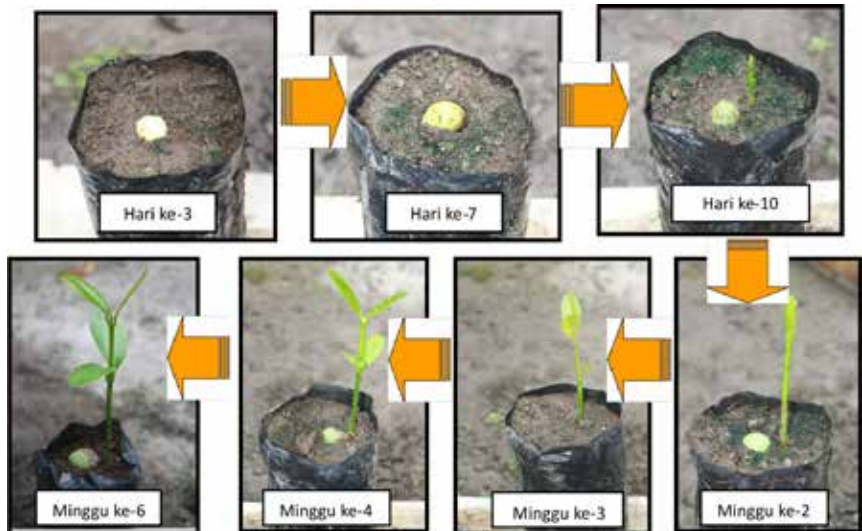
Benih kemudian disortasi/dipilih yang fisiknya terlihat berwarna kuning muda (kuning gading) dan sehat, jika ditekan tidak lunak. Benih dapat langsung ditabur ke dalam polybag dengan membenamkan $\frac{2}{3}$ badan benih, dengan posisi bagian pangkal dan ujung benih mendatar, sehingga $\frac{1}{3}$ bagian sisanya dapat terlihat di atas permukaan media (Gambar 6).



Gambar 6. Posisi benih awal sebelum ditanamkan (a), dan Posisi benih setelah ditanamkan ke dalam media (b)

3.3.1.3 Pemeliharaan bibit

Pemeliharaan bibit selama di dalam sungkup plastik adalah dengan penyiraman dan penyulaman. Penyiraman dilakukan dua atau tiga hari sekali sesuai kondisi kelembaban di dalam sungkup. Penyulaman dilakukan pada benih yang tidak berkecambah. Biji yang akan berhasil berkecambah ditandai dengan warna merah pada tempat keluarnya radikel (calon akar) dan plumulae (calon batang) dan lama kelamaan biji yang berwarna kuning menjadi hijau. Biji yang berwarna hijau mengindikasikan sudah keluar akarnya, setelah itu baru keluar plumulae. Jika tidak berubah warna menjadi hijau tapi berubah warna kecoklatan (indikator biji sudah terserang hama atau penyakit), maka benih biasanya gagal berkecambah. Benih nyamplung membutuhkan waktu 10-14 hari untuk berkecambah (Gambar 7).



Gambar 7. Perkecambahan nyamplung di persemaian

Bibit nyamplung yang sudah berkecambah dan memiliki 2 atau 3 pasang daun muda yang telah membuka penuh dapat dikeluarkan dari sungkup plastik, kemudian diletakkan di dalam bedengan dengan naungan paranet 50-60%. Pada umur 4 bulan naungan paranet dapat dikurangi secara bertahap dan dibuka penuh. Hal ini dimaksudkan agar semai dapat mulai beradaptasi dengan kondisi lingkungan terbuka ketika ditanam di lapangan. Jarak antar polybag juga mulai dijarangkan agar mendapatkan sinar matahari yang cukup dan merata untuk seluruh bibit yang disemaikan (Gambar 8).



Gambar 8. Bibit dikeluarkan dari sungkup plastik (a), dan Jarak antar polybag bibit dijarangkan (b)

3.3.1.4 Penyiraman bibit dan penyiangan gulma

Penyiraman dilakukan sehari sekali. Penyiangan gulma dilakukan secara manual (dengan dicabut) dengan frekuensi disesuaikan kondisi semainya untuk menjaga bibit dari persaingan dengan gulma (Gambar 9).



Gambar 9. Penyiraman bibit (a), dan Penyiangan gulma (b)

3.3.1.5 Pemupukan bibit

Pemupukan dilakukan ketika semai sudah kuat (berumur kurang lebih 4 bulan) untuk memacu pertumbuhan dan kekokohan bibit sebelum ditanam. Ada dua macam teknik pemberian pupuk, yang pertama dengan ditabur langsung di polybag dosis 6 butir/polybag, dan cara kedua dengan penyiraman setelah dilarutkan terlebih dahulu sebanyak 5 gram (1 sendok makan) dalam 1 liter air. Frekuensi pemupukan umumnya 2 minggu sekali, namun jika bibit perlu dipacu pertumbuhannya agar lebih cepat dapat dilakukan 1 minggu sekali (Gambar 10).



Gambar 10. Teknik pemupukan: ditabur (a), dan disiramkan (b)

3.3.1.6 Pengendalian hama dan penyakit

Pengendalian dilakukan secara preventif dan kuratif. Preventif merupakan tindakan pencegahan, seperti pemberian fungisida pada media sebelum penaburan untuk mencegah timbulnya jamur. Tindakan kuratif dilakukan setelah timbul serangan hama atau penyakit, seperti pemberantasan hama kutu daun dengan penyemprotan insektisida. Tahapan kegiatannya meliputi:

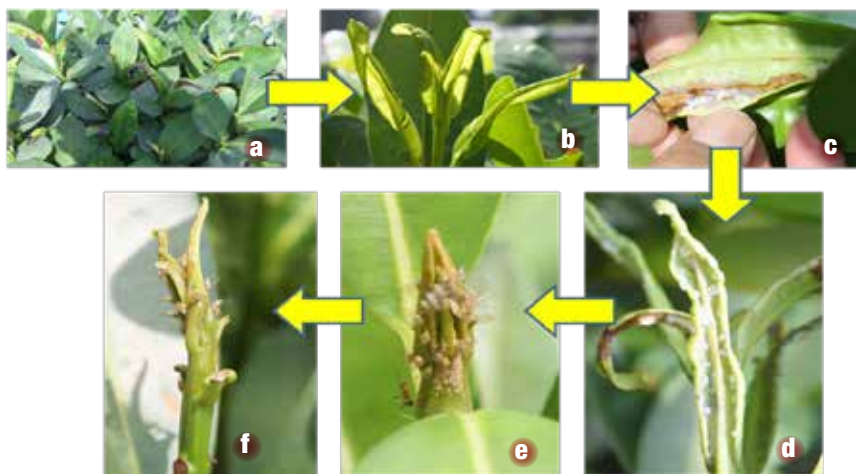
1. Pengamatan rutin untuk memantau munculnya gejala serangan hama penyakit
2. Menjaga lingkungan sekitar persemaian agar tidak kondusif untuk munculnya hama atau penyakit, misalnya menjaga kebersihan, kelembaban, cahaya, dll.
3. Jika timbul serangan, segera memisahkan bibit yang terserang dengan yang sehat
4. Memberikan pestisida sesuai dengan gejala dan penyebabnya.

Beberapa hama penyakit nyamplung dan pengendaliannya di persemaian antara lain :

1. Aphids

Aphid merupakan jenis hama yang paling dominan menyerang nyamplung di persemaian. Serangan aphid pada 7 populasi semai nyamplung mencapai 56,67% (sedang) dan tingkat kerusakan daun sangat ringan sampai dengan ringan (Windyarini, 2014). Hama ini menyerang tanaman pada stadium larva dengan menghisap cairan tanaman. Gejala serangan awal berupa daun yang menggulung ke bawah pada bagian tepi, biasanya dimulai dari daun yang paling pucuk/daun muda (Gambar 11a) kemudian ke arah tengah helaian daun (Gambar 11b). Pada tahap ini, bagian bawah daun akan terlihat adanya gumpalan seperti gulungan benang berwarna putih, sedikit transparan, dan lengket sebagai tanda bahwa aphid sudah

mengeluarkan embun madu (Gambar 11c) yang dapat menyebabkan helaian daun mengering dan berwarna coklat karena cairan nutrisi yang sudah dihisap oleh hama (Gambar 11d). Gejala serangan lanjut adalah daun akan gugur (terdefoliasi), pucuk tunas mengeriting, dan terlihat banyak hama dewasa yang mampu terbang dan bertelur (Gambar 11e). Pucuk/tunas yang terdefoliasi biasanya akan tumbuh tunas-tunas baru lagi, namun biasanya langsung terserang oleh aphid, karena sudah banyak telur-telur yang diletakkan oleh aphid dewasa sebelumnya. Sehingga munculnya tunas baru menjadi sumber makanan baru bagi hama ini. Pada serangan yang sangat berat, defoliasi daun akan meluas dan bagian pucuknya mengeriting (Gambar 11f).



Gambar 11. Gejala dan tanda kerusakan akibat aphid pada semai nyamplung

Pengendalian dilakukan secara mekanis dan kimia. Mekanis dengan memisahkan tanaman yang terserang dan yang tidak terserang. Selain itu juga dengan memotong daun-daun yang terserang dengan gunting stek. Pengendalian kimia dilakukan dengan insektisida berbahan

aktif profenofos dosis 2ml/liter air dengan frekuensi penyemprotan sekali seminggu.

2. Thrips

Thrips termasuk hama yang berukuran kecil (kurang dari 1 inci), tetapi memiliki gejala dan tanda kerusakan yang mudah untuk diketahui. Thrips biasanya memakan jaringan tanaman, menghisap cairan daun, bunga dan buah. Hama ini juga menjadi perantara bagi penyebaran virus. Nimfa jatuh ke atas media semai dan akan menjadi pupa, lalu berkembang menjadi dewasa. Thrips dewasa akan memanjat tanaman untuk makan dan mengulangi siklus hidupnya dan akan berkembang biak dengan cepat pada cuaca yang hangat dan kering sehingga dapat menyebabkan kerusakan daun dan batang muda pada semai nyamplung (Gambar 12). Pengendalian thrips dengan insektisida berbahan aktif karbosulfan, profenofos, dimetoat dan fipronil.



Gambar 12. Kerusakan akibat serangan thrips

3. Ulat penggulung daun

Daun menggulung di kedua sisi seperti tabung panjang yang digunakan sebagai tempat tinggal sekaligus sumber makanan. Ulat di dalam gulungan daun terlindungi oleh benang-benang sutera serta kotoran. Pengendaliannya dengan insektisida berbahan aktif permetrin dan BPMC atau insektisida hayati berbahan aktif *Bacillus thuringiensis*.

4. Kutu putih

Hama menghisap cairan tanaman sehingga tanaman menjadi lemah dan pertumbuhannya terhambat. Biasanya menjadi vektor dari virus yang menyebabkan daun mengeriting dan menggulung. Hama juga menghasilkan embun madu yang menyebabkan munculnya jamur embun jelaga. Pengendalian kutu putih dengan insektisida sistemik mengandung senyawa organophospor, campuran cuka kayu dan insektisida *Bacillus thuringiensis*.

5. Embun jelaga

Gejala penyakit ini adalah munculnya lapisan berwarna hitam pada permukaan daun, ranting atau cabang (Gambar 13). Lapisan berwarna hitam adalah miselium jamur *Meliola sp* atau *Capnodium sp* yang menyebabkan penyakit embun jelaga. Embun jelaga sebenarnya tidak patogen terhadap tanaman karena jamur ini mendapat makanan



Gambar 13. Embun jelaga pada nyamplung

dari embun madu yang dikeluarkan oleh serangga hama. Spora jamur yang tertiuap angin ke tanaman dan menempel pada embun madu akan berkecambah dan miselium jamur yang berwarna hitam akan menutupi permukaan daun dan akan menghalangi masuknya sinar matahari untuk proses fotosintesis pada daun dan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

6. Embun tepung

Embun tepung adalah munculnya lapisan berwarna putih seperti tepung di atas permukaan daun atau bagian tanaman lain yang terserang. Daun yang terserang hebat mengalami perubahan bentuk menjadi mengkerut, keriting atau bergelombang, daun menjadi kering dan rontok sebelum waktunya. Fungisida berbahan aktif benomil dan triadimenol.

7. Bercak daun

Bercak daun disebabkan oleh beberapa jamur antara lain *Pestalotia* sp., *Curvularia* sp., *Lasiodiplodia* sp., *Cercospora* sp. dan *Helminthosporium* sp. Jamur akan menyebabkan munculnya bercak-bercak pada daun. Ukuran dan warna bercak akan bervariasi tergantung pada jenis tanaman dan organisme serta pertumbuhannya. Bercak biasanya berwarna kecoklatan dan pada serangan lanjut bercak akan meluas, terkadang akan diikuti munculnya bercak berwarna kehitaman (Gambar 14).



Gambar 14. Bercak daun pada nyamplung

Pengendalian dapat dilakukan dengan fungisida berbahan aktif mankozeb, benomil, atau belerang.

8. Klorosis

Klorosis merupakan gejala penyakit pada tanaman yang menyebabkan daun yang berwarna hijau berubah menjadi kuning atau pucat (Gambar 15). Hal ini terjadi karena klorofil gagal berkembang akibat adanya infeksi virus, kekurangan mineral esensial atau oksigen, kerusakan akibat kondisi basa, pemupukan, polusi udara, cuaca dingin, serangga, kutu atau nematoda, perubahan tanah, dan adanya jamur akar dan batang.



Gambar 15. Klorosis pada nyamplung

3.3.1.7 Seleksi bibit

Bibit nyamplung memerlukan waktu 6 bulan di persemaian. Kriteria bibit yang sudah siap tanam adalah sbb. (Gambar 11):

1. Media porus dan akarnya kuat mengikat media. Jika bibit dicabut dari polybag maka media dan akar akan membentuk gumpalan yang utuh.
2. Batang kokoh dan sudah berkayu (terutama bagian bawahnya). Bibit tumbuh tegak, antara diameter dan tinggi tampak seimbang (biasanya dengan tinggi bibit 30-40 cm).

3. Pucuk sehat, daun segar dan tidak terserang hama atau penyakit.

Bibit nyamplung di persemaian diseleksi sesuai dengan kriteria bibit yang sudah siap tanam. Pengemasan bibit dapat menggunakan kantong plastik besar untuk menjaga keutuhan bibit, memudahkan pengangkutan dan distribusi bibit di areal penanaman (Gambar 17).



Gambar 16. Bibit nyamplung siap tanam



Gambar 17. Seleksi dan pengemasan bibit

3.3.2 Vegetatif

Tanaman nyamplung dapat diperbanyak secara vegetatif dengan teknik mencangkok, menyambung, dan stek pucuk. Teknik vegetatif diperlukan untuk mempertahankan keunggulan sifat induknya, mempercepat pembungaan dan pembuahan, menjadi alternatif budidaya tanaman apabila mendapatkan kendala dalam pembiakan secara generatif.

3.3.2.1 Pencangkakan (*Air Layering*)

Pencangkakan dilakukan untuk memperbanyak dan mempercepat tanaman untuk berbuah dengan ukuran pohon tidak terlalu tinggi. Namun untuk keperluan penanaman dalam skala besar akan sulit dilakukan karena bibit hasil cangkakan memiliki ukuran yang relatif besar. Pencangkakan dilakukan pada batang tanaman dewasa yang sehat, kuat, dan sudah berkayu dengan diameter antara 1 – 4 cm. Cabang disayat melingkar memanjang ke bawah sepanjang ± 2 kali diameter cabang. Kulit batang dikelupas, bagian kambium dikerik hingga bersih. Luka sayatan pada cabang diberi zat pengatur tumbuh untuk memacu perakaran, selanjutnya ditutup dengan media tanah, dibungkus dengan plastik dan diikat dengan tali. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman rutin dan pada umumnya dibuat pada awal musim hujan sehingga tidak perlu menyiram. Setelah terbentuk akar (sekitar 2 bulan - 3 bulan setelah pencangkakan) batang tanaman tersebut dipotong dan ditanam pada media tanah + pupuk kandang (3:1) dalam polybag 30 x 40 (Gambar 18). Keberhasilan tumbuh cangkakan rata-rata mencapai 60,5% (Hamdan dkk., 2013). Biasanya setelah 3 bulan cangkakan telah memiliki perakaran yang kompak dan siap dipindahkan ke lapangan.



Gambar 18. Pengelupasan kulit batang (a) , pengikatan lembaran plastik di bawah kupasan kulit (b), pengisian media ke dalam lembaran plastik (c) , hasil cangkakan (d), dan bibit hasil cangkakan (e)

3.3.2.2 Penyambungan (*Grafting, Budding*)

Metode perbanyak dengan cara ini memiliki beberapa keuntungan antara lain memperbaiki kualitas dan mempercepat waktu berbuah dari penggabungan tanaman baru sebagai batang atas (*scion*) yang mempunyai keunggulan sifat tertentu dengan memanfaatkan perakaran yang telah mapan pada batang bawah (*root stock*).

Teknik pembuatan sambungan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. *Penyiapan bibit batang atas (scion)*

Scion dibuat dari potongan ranting/pucuk dari pohon induk yang memiliki diameter relatif sama dengan diameter batang bawah (*root stock*). Bahan *scion* yang baik harus diambil dari cabang yang tumbuh baik dan sehat, dengan panjang *scion* sekitar 15 - 25 cm dengan diameter 0,6 - 1,2 mm, tidak memiliki mata tunas generatif (*flower buds*) dan mata tunas berada dalam kondisi dorman (Gambar 19).

Bagian pangkal *scion* kemudian disayat menggunakan pisau stek (*cutter*) dengan pola sayatan berbentuk baji (V) untuk teknik *top clept graft*, sayatan tipis pada bagian tepi untuk *veneer graft* dan mata tunas yang akan ditempelkan pada *rootstock* untuk *budding* (Gambar 20).



Gambar 19. Scion yang diambil dari pohon induk



Gambar 20. Teknik penyambungan *top cleft graft* (a), *veneer graft* (b), dan *budding* (c)

2. *Penyiapan bibit batang bawah (rootstock)*

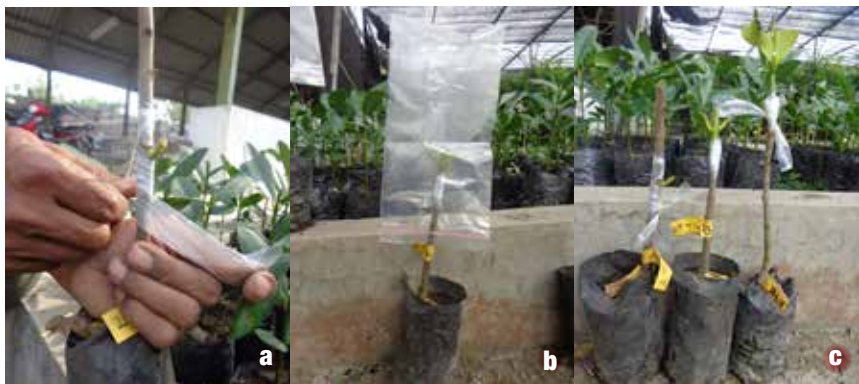
Bibit nyamplung untuk batang bawah dipilih yang sehat kemudian disusun dalam bedengan pesemaian yang diberi naungan paranet dengan intensitas cahaya 50%. Bibit dipangkas pada bagian yang sudah berkayu (berwarna kecoklatan) dan masih muda. Bagian ujung pangkasan disayat menggunakan *cutter* yang tajam dengan pola sayatan sesuai teknik grafting yang diterapkan yaitu melintang di tengah batang untuk *top cleft graft*, sayatan bagian tepi batang mulai dari ujung pangkasan sepanjang 2 cm untuk *veneer graft* dan sayatan tipis pada batang di bawah titik ujung pangkasan untuk *budding* (Gambar 21).



Gambar 21. Bahan *rootstock* untuk sambungan

3. *Pekerjaan Penyambungan*

Scion disambungkan atau ditempelkan pada *root stock* sesuai teknik yang digunakan, sehingga bagian kambium keduanya benar-benar berlekatan. Bagian sambungan kemudian diikat secara hati-hati sampai *scion* terikat kuat, rapat dan tidak mudah goyah (Gambar 22). Selanjutnya bagian sambungan ditutup dengan kantong plastik bening untuk menjaga kelembaban dan mencegah percikan air penyiraman/hujan yang dapat merembes ke bagian sambungan.



Gambar 22. Pengikatan sambungan dan penyungkupan hasil sambungan

4. *Pemeliharaan bibit hasil sambungan di persemaian*

Bibit hasil sambungan diletakan dalam persemaian dengan intensitas cahaya 50%. Setelah tunas berkembang, sungkup plastik dibuka secara bertahap mulai dari pembuatan lubang sampai dilepas atau dibuka seluruhnya seiring dengan perkembangan tunas yang tumbuh. Pembukaan tutup plastik secara mendadak dapat menyebabkan tunas baru yang tumbuh layu bahkan mati. Ikatan tali pada sambungan dapat dilepas setelah sambungan benar-benar menyatu, kurang lebih sekitar 3 bulan (Gambar 23).



Gambar 23. Pembukaan sungkup dan tali plastik pada bibit hasil sambungan

Penerapan teknik penyambungan lebih menguntungkan dari pada teknik pencangkokan karena dapat menghasilkan bibit dalam jumlah yang lebih banyak dan tidak tergantung pada musim, sehingga dapat dilakukan sepanjang tahun. Persentase hidup sambungan terbaik pada nyamplung dengan dengan teknik *veneer grafting* dan *scion* yang digunakan diambil dari tajuk bagian bawah, sedangkan *top cleft graft* memiliki kelebihan karena proses penyatuan sambungan yang lebih cepat (Hamdan dkk., 2013). *Budding* memiliki keunggulan dibanding dengan teknik yang lain karena bahan *scion* yang digunakan lebih sedikit, hanya memerlukan satu mata tunas, dan lebih cepat pengerjaanya.

3.3.2.3 Stek Pucuk

Bahan yang digunakan adalah bahan stek dari tunas/trubusan yang diperoleh dari kebun pangkas. Bahan stek pucuk nyamplung dipotong menyerong pada bagian pangkalnya untuk memperluas bidang perakaran. Ukuran stek minimal 2 ruas daun atau 3 nodul. Daun-daun bahan stek yang telah diambil dari tanaman induk dipotong separuhnya dan tunas atau daun muda dibuang. Bagian pangkal stek kemudian diberi zat pengatur tumbuh. Bahan stek ditanam pada media dalam bak tabur yang berisi campuran sabut kelapa dan sekam padi steril dengan perbandingan 2:1 (v/v) kemudian diletakan pada rumah kaca yang dilengkapi dengan sistem pendinginan. Pembibitan dengan teknik stek pucuk umumnya dilakukan dalam rangka produksi bibit secara massal untuk keperluan penanaman karena dengan teknik ini dapat dihasilkan bibit dalam jumlah besar. Dalam pengadaan bahan stek pucuk perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut: 1) terhindar dari sinar matahari secara langsung, 2) bahan stek sedapat mungkin harus segera dikerjakan/ditanam, 3) pengambilan materi dari lokasi yang jauh, materi harus disimpan secara baik dalam wadah yang dingin dan memiliki kelembaban yang tinggi.

Stek pucuk nyamplung dapat menggunakan bahan stek dari anakan dengan persen jadi setek pucuk nyamplung mencapai 75%, dari tajuk pohon muda mencapai 25% dan dari tajuk pohon tua hanya 16% (Leksono, 2010; Danu dkk., 2011). Pada umumnya kemampuan berakar stek suatu tanaman semakin rendah dengan bertambahnya umur tanaman sehingga biasanya dilakukan kegiatan rejuvenasi untuk memperoleh bahan tanaman yang bersifat *juvenile*. Beberapa teknik rejuvenasi yang umum dilakukan untuk memperoleh bahan setek pucuk dari pohon induk yang telah dewasa namun memiliki kemampuan berakar yang tinggi yaitu: 1) menumbuhkan tunas adventif dari bagian akar, 2) memotong tunas apikal atau tunas samping,

kemudian menyemprotnya dengan larutan sitokinin atau gibberelin, 3) pemotongan ujung cabang, dan 4) perebahan batang. Selain itu juga dapat dilakukan dengan melakukan pelukaan pada bagian pangkal batang (*girdling*) yang dapat memacu pertumbuhan tunas lateral.



Gambar 24. Stek pucuk nyamplung

3.3.2.4 Kultur Jaringan

Pembibitan nyamplung selain dilakukan dengan cara vegetatif konvensional juga dapat dilakukan dengan menggunakan teknik kultur jaringan (*invitro*). Teknik kultur jaringan juga bisa dilakukan untuk memproduksi bibit nyamplung, akan tetapi dengan cara ini diperlukan tenaga yang terlatih dan biaya yang relatif besar untuk penyiapan bahan, laboratorium dan fasilitas pendukung lainnya. Secara umum teknik ini terdiri atas beberapa tahapan yaitu penyiapan eksplan, induksi, multiplikasi, pengakaran dan aklimatisasi. Tahapan yang paling menentukan keberhasilan dengan teknik ini adalah aklimatisasi sebelum ditanam di lapangan. Aklimatisasi bibit hasil kultur jaringan dilakukan pada media steril yang digunakan adalah campuran tanah, *coco peat* dan pasir (1:2:1), kemudian diletakkan dalam rumah kaca pada temperatur $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban 80%. Pada tahapan tersebut diperoleh tingkat keberhasilan 77%. Setelah 8 minggu, bibit dipindahkan ke persemaian terbuka selanjutnya ditanam di lapang

dengan pertumbuhan baik dan diperoleh persen hidup 72% (Bustomi dkk., 2008).

Teknik Penanaman

Teknik penanaman bibit nyamplung adalah cara penanaman dengan tepat dan benar, sesuai dengan karakteristik jenis nyamplung. Tahapan kegiatannya adalah sebagai berikut :

4.1 Persiapan calon lokasi tanaman

Kegiatan ini dilakukan untuk memastikan calon areal penanaman seperti luas, bentuk dan kondisi lahan sebagai dasar dalam pembuatan disain penanaman. Dari informasi tersebut dapat diketahui jumlah bibit yang diperlukan dan perlakuan tambahan sesuai dengan kondisi areal penanaman.

4.2 Persiapan lahan

Pada umumnya persiapan lahan dilakukan pada akhir musim kemarau, meliputi kegiatan :

4.2.1 Pengukuran lahan

Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengukur luas lahan yang akan digunakan sesuai disain penanaman yang telah dibuat sebelumnya dengan memberi tanda pada batas-batas utamanya, sehingga akan memudahkan dalam tahap kegiatan berikutnya. Bahan yang digunakan adalah tali ukur, kompas, bambu/kayu dan cat semprot. Caranya adalah sbb.:

1. Menentukan titik ikat utama (titik pertama).
2. Memasang patok dari kayu atau bambu, dan diberi tanda dengan cat atau label.

3. Menarik tali dengan jarak yang diperlukan ke arah yang sudah ditentukan pada desain penanaman.

4.2.2 Pengolahan tanah dan pemasangan ajir tanaman

Pengolahan tanah bertujuan memperbaiki kondisi tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Kegiatan ini dilakukan secara manual yaitu dengan membuang semak belukar atau gulma dan mencangkul tanah sesuai dengan kondisi lahan. Pemasangan ajir tanaman diperlukan untuk memberikan tanda tempat lubang tanam sesuai dengan jarak tanam dan agar nampak teratur. Bahan ajir umumnya menggunakan bambu. Jarak tanam dengan tujuan untuk memproduksi buah dengan pola tanam agroforestry adalah 5 x 5 m. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan ruang yang cukup bagi pertumbuhan tajuk dan buah. Pola agroforestry dipilih karena nyamplung pada awal pertumbuhannya sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga membutuhkan pemeliharaan yang cukup intensif (Gambar 25).



Gambar 25. Pengukuran lahan

4.2.3 Pembuatan lubang tanam dan pemberian pupuk dasar

Lubang tanam dibuat dengan ukuran 30 x 30 x 30 cm. Pupuk dasar dapat menggunakan pupuk organik (pupuk kandang yang sudah matang

dengan dosis minimal 2 kg/lubang tanam) atau pupuk dasar anorganik (TSP atau SP-36) tergantung pada kondisi dan tingkat kesuburan tanahnya. Pemberian pupuk dasar bertujuan selain untuk menambah hara juga untuk membantu mengemburkan tanah sehingga porositas tanah lebih baik. Pada tanah yang keras, berbatu atau berpasir lebih baik digunakan pupuk organik dan pada tanah liat dapat digunakan pupuk anorganik (Gambar 26).



Gambar 26. Pembersihan lahan dan pemasangan ajir

4.3 Penanaman

Waktu penanaman harus disesuaikan dengan musim tanam yang tepat (curah hujan > 100 mm/hari hujan dan merata), dimana kelembaban tanah telah mencapai kapasitas lapang. Untuk menjaga media bibit tidak pecah dan bibit tidak rusak, sebaiknya bibit disiram terlebih dahulu sampai betul-betul basah. Pada saat pengangkutan bibit dari persemaian ke lokasi penanaman harus dilakukan secara hati-hati. Agar bibit tetap dalam kondisi baik, maka bibit sebaiknya diangkut 2-3 hari sebelum penanaman. Hal ini dimaksudkan agar bibit dapat menyesuaikan dengan

kondisi lingkungan setempat. Cara penanamannya adalah sbb: (Gambar 27)



Gambar 27. Pembuatan lubang tanam dan pemberian pupuk dasar

1. Setelah semua bibit diletakkan di samping lubang tanam, polybag dilepas dari media tanam dengan hati-hati sehingga tidak merusak sistem perakaran tanaman.
2. Bibit beserta media diletakkan pada lubang tanaman dengan tegak lurus.
3. Lubang tanaman yang sudah terisi pupuk kandang ditimbun dengan tanah sampai rata dengan permukaan tanah dan ditekan agar tidak goyang.
4. Polybag diletakkan di atas ajir sebagai tanda bibit sudah ditanam



Gambar 28. Penanaman bibit nyamplung

4.4 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan secara intensif terutama dilakukan pada umur di bawah 2 tahun, setelah itu dilakukan pemeliharaan rutin 2 (dua) kali setahun. Pemeliharaan intensif meliputi :

4.4.1 Perlakuan tambahan dilakukan sesuai dengan kondisi areal penanaman

Pemasangan bronjong untuk melindungi tanaman dari terpaan angin laut dengan salinitas tinggi jika areal penanaman berada di tepi pantai. Aplikasi ini dilakukan bersamaan dengan saat penanaman bibit nyamplung, sehingga aman dari angin laut. Biasanya bronjong hanya bertahan selama 1 (satu) tahun dan pada saat itu tanaman sudah dapat bertahan. Bronjong berukuran tinggi 120 cm dan diameter 50-60 cm yang dibuat dari bambu (Gambar 29).



Gambar 29. Pemasangan bronjong bambu untuk tanaman nyamplung di pantai

Pemasangan infus (irigasi tetes) menggunakan pralon dan botol mineral bekas, jika areal penanaman pada kondisi tanah mineral yang ekstrim seperti daerah berbatu atau tanah mudah merekah saat musim kemarau (Gambar 30).

Aplikasi ini hanya dilakukan pada tahun pertama saat memasuki musim kemarau/musim kering (sekitar 4-5 bulan), setelah itu biasanya tanaman sudah dapat bertahan. Pralon yang digunakan berdiameter 3 cm dan dipotong sepanjang 20 cm untuk menyangga botol. Botol air mineral bekas yang digunakan berukuran 1,5 liter. Tutup botol dilubangi dengan menggunakan paku reng sebagai tempat menetesnya air. Bila air dalam botol sudah habis maka harus segera diisi ulang (sekitar 2 minggu sekali).



Gambar 30. Pemasangan irigasi tetes

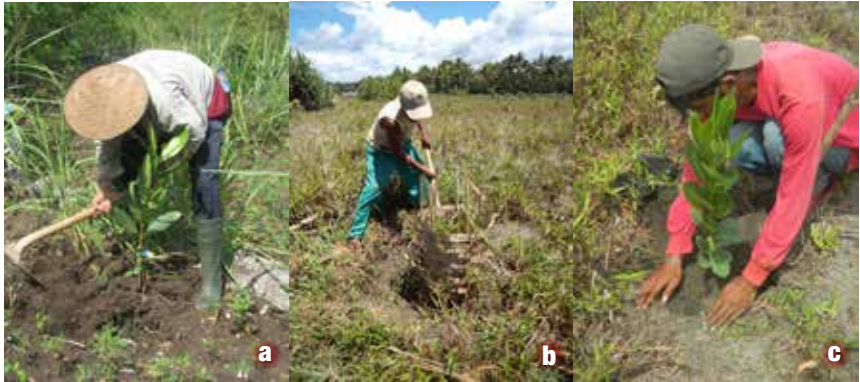
4.4.2 Penyulaman

Penyulaman dilakukan untuk mengganti tanaman yang mati karena rusak pada saat penanaman atau ada gangguan lain. Waktu penyulaman dilakukan saat musim penghujan masih merata, sehingga bibit sulaman dapat tetap hidup. Penanaman untuk tujuan sumber benih yang dibangun dari suatu populasi (tegakan benih provenan) bibit sulaman harus berasal dari populasi yang sama, sedangkan untuk tanaman ujicoba, bibit untuk sulaman selain berasal dari populasi atau individu yang sama juga hanya diperkenankan 1-2 bulan setelah tanam.

4.4.3 Penyiangan dan pendangiran

Penyiangan dilakukan untuk mengurangi persaingan terhadap penyerapan hara dengan membersihkan gulma di sekitar tanaman dengan radius 1 m atau dengan sistem jalur selebar 1 m sepanjang larikan tanaman pokok. Pembersihan gulma dapat dilakukan secara manual menggunakan sabit atau menggunakan herbisida yang ramah lingkungan

(herbisida nabati). Penyiangan dilanjutkan dengan kegiatan pendangiran pada piringan yang dibuat untuk memperbaiki porositas tanah. Waktu pelaksanaan penyiangan dan pendangiran sebaiknya pada awal dan akhir musim penghujan (Gambar 31).



Gambar 31. Penyiangan gulma dan pendangiran

4.4.4 Pemupukan

Pemupukan dilakukan untuk memacu pertumbuhan tanaman muda dengan pupuk yang mengandung unsur NPK. Pupuk yang dipakai untuk pemupukan tanaman nyamplung adalah pupuk organik (kompos) atau pupuk anorganik (NPK) pada saat musim hujan. Pemupukan pada musim hujan agar pupuk mudah larut dan terurai oleh air sehingga lebih cepat terserap oleh akar tanaman. Pupuk NPK ditabur dengan dosis 50-100 gr/tanaman sesuai dengan kesuburan tanah, kemudian ditimbun dengan tanah/pasir dan seresah sebagai mulsa. Pemupukan dengan NPK dapat dilakukan dengan menyebarkan pupuk ke dalam tanah mengitari tanaman atau dengan sistim tugal pada beberapa titik mengitari tanaman. Apabila menggunakan kompos dengan dosis 1-2 kg/tanaman (Gambar 32).



Gambar 32. Pemupukan dengan NPK (a), dan pemupukan dengan pupuk kandang (b)

4.4.5 Pengendalian hama penyakit

Pengendalian hama dan penyakit pada tanaman pada prinsipnya hampir sama dengan kegiatan pengendalian hama dan penyakit di persemaian. Meskipun demikian pengendalian di lapangan biasanya akan dilakukan ketika serangan hama penyakit sudah dianggap merugikan secara ekonomi (misalnya karat tumor pada sengon atau jamur akar putih pada akasia). Hal ini disebabkan pengendalian hama penyakit di lapangan membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Beberapa hama penyakit di persemaian akan muncul lagi di lapangan. Namun karena belum dianggap merugikan secara ekonomi, maka tindakan pengendalian belum perlu dilakukan.

Tanaman nyamplung pada umumnya berbuah setelah berumur 6-7 tahun, namun dengan menggunakan benih unggul dan ditanam pada lahan yang subur, pemeliharaan tanaman intensif serta kandungan air tanah

mencukupi, maka tanaman dapat berbuah lebih cepat. Di Wonogiri (Jawa Tengah), pada lahan yang berada dekat dengan sungai beberapa pohon sudah mulai belajar berbuah pada umur 1,5 tahun dan setelah umur 2,5 tahun lebih dari 20% tanaman berbuah (Gambar 33a). Namun pada kondisi lahan yang kering dan pada lahan pantai, sampai umur 3 tahun belum menunjukkan pembungaan (Gambar 33b). Pertanaman nyamplung dengan menggunakan materi vegetatif (teknik grafting) yang diharapkan dapat mempercepat pembungaan dan pematangan, sampai umur 4 tahun juga belum berbuah meskipun beberapa pohon pernah berbunga pada umur 2 tahun (Gambar 34).



Gambar 33. Tanaman nyamplung (a) Wonogiri (Jateng), (b) Pantai Pangandaran (Jabar)



Gambar 34. Pertanaman vegetatif nyamplung umur 3 tahun di Cilacap (Jateng)

Prospek Ekonomi

Pohon nyamplung memiliki prospek ekonomi yang sangat menjanjikan. Manfaat ekonomi pengusahaan budidaya nyamplung dan pengolahan biji nyamplung dapat menciptakan lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan bagi masyarakat serta penduduk di sekitar hutan. Meski pengembangan utama tanaman nyamplung pada saat ini adalah sebagai sumber bahan baku bioenergi (*biofuel*), namun juga memiliki nilai tambah yang sangat prospektif. Melalui teknik yang tepat, pengolahan nyamplung menjadi biofuel dapat dikatakan 'zero waste' (tanpa limbah). Potensi pemanfaatan limbah ini mempunyai nilai ekonomi tinggi apabila dilah dengan baik. Secara ringkas, beberapa potensi ekonomi dari pohon nyamplung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensi ekonomi dari pohon nyamplung

No	Bahan	Pemanfaatan
1.	Kayu	Bahan pembuat perahu, balok, tiang, papan lantai dan papan pada bangunan perumahan dan bahan konstruksi ringan.
2.	Daun	Obat (luka bakar dan luka potong) dan bahan kosmetik (perawatan kulit)
3.	Bunga	Campuran pengharum minyak rambut
4.	Getah	Mengandung bahan aktif yang diindikasikan berkhasiat untuk menekan pertumbuhan virus HIV

No	Bahan	Pemanfaatan		
5.	Biji	Bahan baku bioenergi/biofuel (biodisel dan biokerosin) dengan rendemen minyak dapat mencapai >50%.		
		Pengolahan biji nyamplung menjadi Biofuel		
		Proses	Limbah	Potensi Pemanfaatan
		Ekstraksi (pemisahan buah dan biji)	Cangkang/ tempurung biji	Briket arang, arang aktif, nano arang, asap cair (anti hama, pengawet, pupuk cair)
		Pressing (biji kering menjadi minyak mentah/ CCO)	Bungkil	Pakan ternak (mengandung protein kasar >20%), bioetanol
		Degumming (memisahkan minyak dan gum/ getah)	Gum/getah	Mengandung kumarin yang berpotensi sebagai obat (anti-kanker, anti-oksidan, anti-peradangan, anti-HIV, anti-koagulan, anti-bakteri, analgesik dan kekebalan tubuh), bahan dasar pembuatan parfum, dan bahan fluorisensi pada industri tekstil dan kertas
		Transesterifikasi (mengubah ester menjadi crude biodisel)	Gliserol	Sabun

Pengolahan biji nyamplung menjadi biokerosin dan biodisel memiliki prinsip yang hampir sama. Prosedur untuk menghasilkan kedua produk tersebut diawali dengan pengepresan biji nyamplung yang sudah dikeringkan kemudian di press menggunakan alat mekanis (*Vertical Hot Press/VHP* atau *Screw Press Expeller/SPE*) menjadi minyak mentah nyamplung (*Crude Calophyllum Oil/CCO*). Melalui proses degumming akan dihasilkan *Refined Crude Calophyllum Oil (RCCO)* dilanjutkan dengan proses esterifikasi akan dihasilkan minyak *Ester* dan dengan proses transesterifikasi akan dihasilkan *Crude Biodiesel*

untuk selanjutnya dengan proses washing dan drying akan dihasilkan biodisel (Gambar 35).



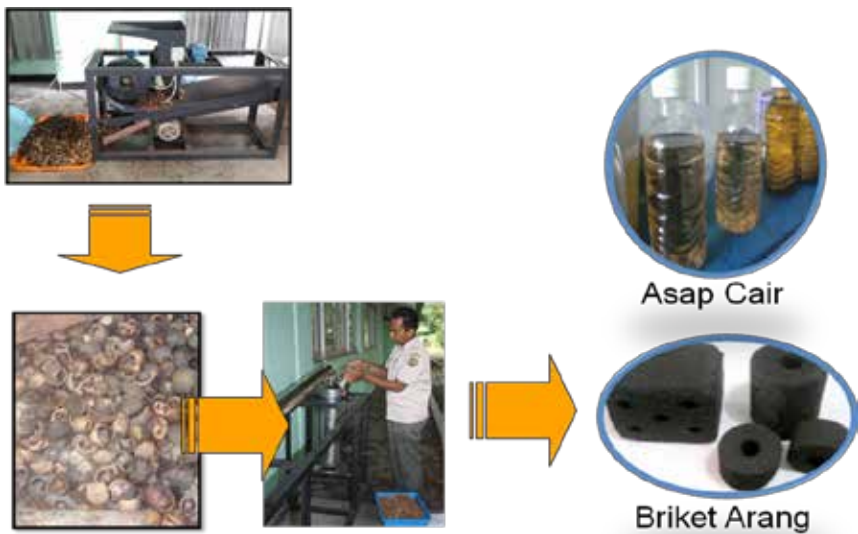
Gambar 35. Proses pembuatan biodisel

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nyamplung dari 12 populasi di Indonesia memiliki kisaran rendemen CCO 37-48,5% (dengan VHP) dan 50-58% (dengan SPE). Untuk menghasilkan 1 liter CCO diperlukan 2 kg biji kering nyamplung. Jumlah ini lebih efisien jika dibandingkan dengan biji jarak yang membutuhkan 4 kg biji kering. Rendemen RCCO sebesar 36-48% (VHP) dan 40-53% (SPE) dengan rendemen biodisel antara 17-33 % dengan alat SPE (Leksono & Putri, 2013; Leksono dkk, 2014). Proses pengolahan CCO menjadi biokerosin atau biodisel menggunakan alat reaktor yang terdiri dari 4 tabung untuk proses deguming, esterifikasi-tranesterifikasi, washing dan drying.

Pada sub-bab berikut diuraikan Pemanfaatan Limbah Proses biofuel untuk berbagai manfaat.

5.1 Cangkang biji untuk briket arang dan asap cair

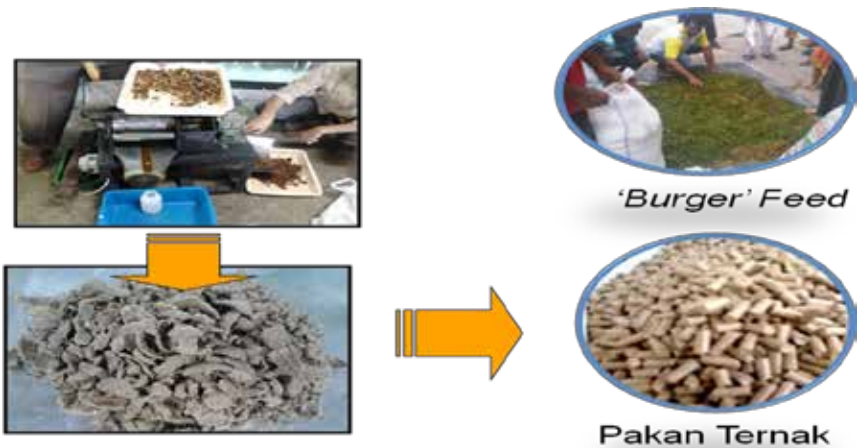
Cangkang atau tempurung biji dapat dimanfaatkan menjadi briket arang menggunakan alat '*tanur & condensator*'. Cangkang biji dikeringanginkan kemudian diarangkan. Arang yang sudah jadi dihancurkan, ditambah lem kanji dan serbuk gergaji, kemudian dicetak menggunakan *charcoal press*. Asap yang keluar dari proses pengarangan ditampung menjadi asap cair yang dapat digunakan sebagai bahan pengawet, pupuk cair, dan pestisida ramah lingkungan (Gambar 36).



Gambar 36. Pemanfaatan cangkang menjadi briket arang dan asap cair

5.2 Bungkil hasil pres biji untuk pakan ternak

Bungkil dalam proses pembuatan biofuel dapat mencapai 40-42% dari biji kering yang dipres. Hasil analisis di Laboratorium Biokimia Nutrisi Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan UGM menunjukkan bahwa bungkil nyamplung mengandung protein kasar sebesar 21,67 – 23,59%. Dengan demikian bungkil nyamplung sangat potensial untuk dikembangkan sebagai pakan ternak, terutama sebagai pengganti konsentrat yang dijual umum di toko. Bungkil nyamplung dijemur hingga kering, dihancurkan, kemudian dicampur dengan bahan lain melalui proses fermentasi menjadi pakan lengkap (*complete feed*) (Gambar 37).

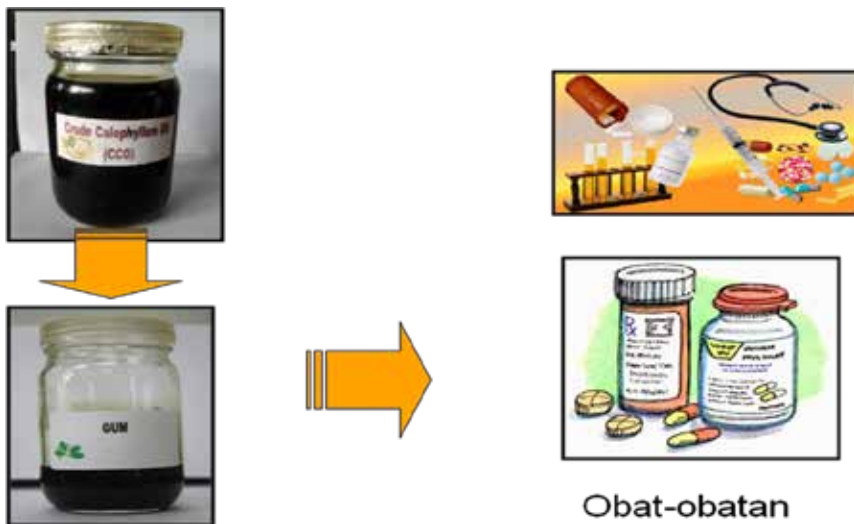


Gambar 37. Pemanfaatan bungkil menjadi pakan ternak dan burger feed

5.3 Resin kumarin untuk obat-obatan

Resin atau getah atau disebut juga '*gum*' merupakan limbah dari proses degumming (proses pemisahan getah dan minyak). Sedangkan kumarin

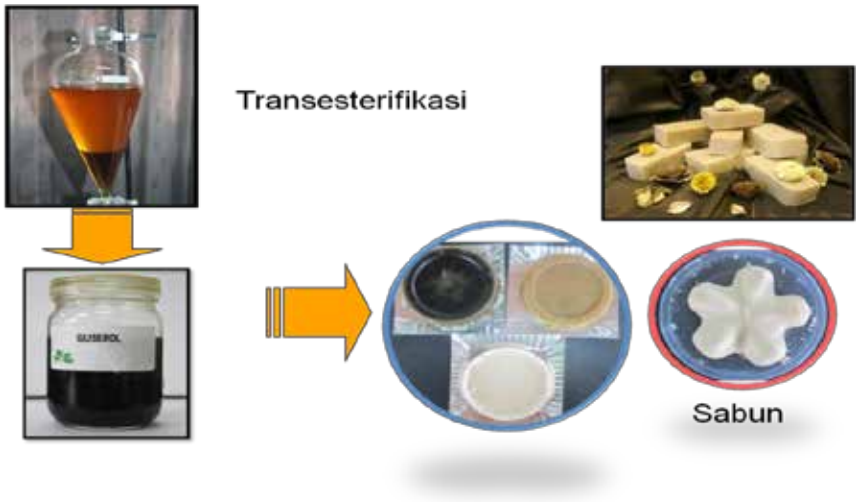
merupakan salah satu elemen dari senyawa phenylpropanoids yang mempunyai banyak turunan dan merupakan bagian farmakologi yang penting karena memiliki aktifitas fisiologi yang berbeda seperti anti-kanker, anti-oksidan, anti-peradangan, anti-HIV, anti-koagulan, anti-bakteri, analgesik dan kekebalan tubuh (Gambar 38). Dengan demikian resin kumarin tersebut masih melekat pada bahan (biji dan CCO) sebelum dilakukan degumming. Leksono dkk (2014) menyebutkan bahwa hasil analisis di Laboratorium Fitokimia, Bagian Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi UGM menunjukkan bahwa kadar kumarin total pada biji nyamplung dari 6 tegakan nyamplung di pulau Jawa berkisar antara 0,101% - 0,383% dan dari 6 tegakan nyamplung di luar Jawa berkisar antara 0,261 - 0,412%. Sedangkan kadar kumarin total pada CCO yang berasal dari 7 tegakan nyamplung di 7 pulau Indonesia, lebih tinggi dari kadar kumarin total pada biji nyamplung dengan kisaran antara 0,328 - 1,109% dan 0,229 - 1,330% berturut-turut untuk CCO yang masih segar maupun yang telah disimpan 1 tahun.



Gambar 38. Pemanfaatan gum menjadi obat-obatan

5.4 Gliserol untuk sabun

Gliserol merupakan limbah pada proses transesterifikasi. Gliserol dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan sabun dengan dicampur bahan lain seperti basa anorganik dan pewangi dengan proses yang sederhana (Gambar 39).



Gambar 39. Pemanfaatan gliserol menjadi sabun

Daftar Bacaan

- Adinugraha, H.A., B. Leksono. 2005. Stimulasi pertunasan pohon plus jenis ekaliptus di kebun benih dengan teknik pelukaan batang. Informasi Teknis vol.3.No. 1: ... Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Yogyakarta.
- Adinugraha, H.A., Mahfudz, W.M. Ekowati, S. Huda. 2012. Pertumbuhan dan perkembangan tunas bibit nyamplung hasil pembiakan dengan teknik sambungan. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan. Vol.6 No.2:89-100.
- Adinugraha, H.A, T.M. Hasnah, S. Pudjiono. 2013. Pengembangan teknologi produksi bibit nyamplung untuk mendukung program penanaman. Prosiding Seminar Nasional Hasil Hutan Bukan Kayu: “Peranan Hasil Litbang Hutan Bukan Kayu Dalam Mendukung Pembangunan Kehutanan”, Mataram 12 September 2012. BPTHHBK Mataram.
- Bustomi, S., R. Rostiwati, Sudrajat., B. Leksono, S. Kosasih, I. Anggraini, D. Syamsuwida, Y. Lisnawat, Y. Mile, D. Djaenudin, Mahfudz, E. Rachman. 2008. Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) sumber energi biofuel yang potensial. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta. 63 hal.
- Danu, A. Subiakto, Z.A. Abidin. 2011. Pengaruh pohon induk terhadap perakaran stek pucuk nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.). Jurnal Penelitian Hutan Tanaman vol.8.No.1:41-49.
- ESDM. 2006. *Blueprint* pengelolaan energi nasional 2006 – 2025: Sesuai Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006. Jakarta.

- Hasnah, T.M., B. Leksono. 2013. Variasi genetik pertumbuhan semai, kandungan nitrogen jaringan dan klorofil antar populasi nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Di Pulau Jawa. Prosiding Seminar Nasional HHBK “Peranan Hasil Litbang Hasil Hutan Bukan Kayu dalam Mendukung Pembangunan Kehutanan”. Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu. hal.128-135.
- Hasnah, T.M. 2014. Perlakuan Skarifikasi Biji Terhadap Pertumbuhan Nyamplung di Persemaian. Wana Benih (*in press*).
- Hasnah, T.M., E. Windyarini. 2014. Variasi genetik pertumbuhan semai pada uji provenan nyamplung dari 8 pulau di Indonesia. Jurnal Penelitian Perbenihan Tanaman Hutan. (*editing*).
- Hayes, D.J., R. Ballentine, J. Mazurek. 2007. The promise of biofuels a home-grown approach to breaking. America’s Oil Addiction (Policy Report March 2007). Progressive Policy Institute.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid III. Diterjemahkan oleh : Badan Litbang Kehutanan.Yayasan SaranaWanajaya. Jakarta
- Leksono, B., Mahfudz, I.L.G. Nutjahjaningsih, Y. Lisnawati. 2009. Teknik pengembangan sumber benih nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). Modul Pelatihan untuk Pelaksana Demplot DME Berbasis Hutan Tanaman Nyamplung. Badan Litbang Kehutanan. Depratemen Kehutanan.
- Leksono, B., A.Y.P.B.C. Widyatmoko. 2010. Strategi pemuliaan nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) untuk bahan baku biofuel. Prosiding–Bagian II, Seminar Nasional Sains dan Teknologi III “Peran Strategis Sains dan Teknologi dalam Mencapai Kemandirian Bangsa”, Universitas Lampung 18 – 19 Oktober 2010. hal.125-137.

- Leksono, B. 2010. Pemuliaan nyamplung untuk bahan baku biofuel. Laporan Penelitian Program Insentif Ristek. BBPBPTH Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- Leksono, B., Y. Lisnawati, E. Rahman, K.P. Putri. 2011. Potensi tegakan dan karakteristik lahan enam populasi nyamplung (*Calopyllum inophyllum* L.) ras jawa. Prosiding Workshop Sintesa Hasil Penelitian Hutan Tanaman, Bogor 30 Nopember – 1 Desember 2010. Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan Bogor. hal.397-408.
- Leksono, B., K.P. Putri. 2013. Variasi ukuran buah - biji dan sifat fisiko - kimia minyak nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* L.) dari enam populasi di Jawa. Prosiding Seminar Nasional HHBK “Peranan Hasil Litbang Hasil Hutan Bukan Kayu dalam Mendukung Pembangunan Kehutanan”. Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu. hal.321-334.
- Leksono, B., R.L. Hendrati, E. Windyarini, T. Hasnah. 2014a. *Coumarins content of seed and crude oil of nyamplung (Calopyllum inophyllum) from forest stands in Indonesia*. Proceeding The International Seminar on “Forests and Medicinal Plants for Better Human Welfare”. CRDFPI-FORDA. Bogor, 10 – 12 September 2013 (*in press*).
- Leksono, B., R.L. Hendrati, E. Windyarini, T. Hasnah. 2014b. *Variation of biofuel potency from 12 Calopyllum inophyllum populations in Indonesia*. Journal of Forestry Research (*in press*).
- Putri, K.P., B. Leksono, E. Rahman. 2013. Interaksi genotipe dan lingkungan pada pertumbuhan bibit nyamplung (*Calopyllum Inophyllum* L.) di tiga lokasi. Prosiding Seminar Nasional HHBK “Peranan Hasil Litbang Hasil Hutan Bukan Kayu dalam

Mendukung Pembangunan Kehutanan”. Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu. hal.92-100.

Rostiwati, T., Y. Heryati, B. Leksono, S. Bustomi, C. Ali, E. Rahman, Y. Mile, S. Sujatmiko, W.C. Adinugroho, B.A. Suripatty, A. Syakur. 2008. Silvikultur Tanaman Hutan Penghasil HHBK Potensial. Prosiding Workshop Sintesa Hasil Litbang Hutan Tanaman. Bogor, 19 Desember 2008. P3HT. Bogor. hal. 37-53.

Soerjawidjaja, T.H. 2005. Potensi sumber daya hayati indonesia dalam menghasilkan bahan bakar hayati BBM. Makalah Lokakarya “Pengembangan dan Pemanfaatan Sumber Energi Alternatif Untuk Keberlanjutan Industri Perkebunan dan Kesejahteraan Masyarakat”. Hotel Horrison. Bandung.

Sopamena, C.H.A. 2007. Hitaullo (*Calophyllum inophyllum* L.): Sumber Energi Bahan Bakar Nabati (BBN) dan Tanaman Konservasi. BAPINDO. Bandung.

Sudrajat, R., D. Setiawan. 2005. Biodiesel dari tanaman jarak pagar sebagai energi alternatif untuk pedesaan. Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor. Hal. 207-219.

Sudrajat, R., S. Yogie, D. Hendra, D. Setiawan. 2010a. Pembuatan biodiesel kepuh dengan proses transesterifikasi. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol.28 No.2 (145-155).

Sudrajat, R., E. Pawoko, D. Hendra, D. Setiawan. 2010b. Pembuatan biodiesel dari biji kesambi (*Schleichera oleosa* L). Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol.28 No.4 (358-379).

Tropis. 2014. Rumuskan pengembangan biodisel. Majalah Tropis Edisi 1/Tahun VII/Januari 2014.

- Utami, T.S., R. Arbianti, D. Nurhasman. 2007. Kinetika reaksi transesterifikasi CPO terhadap produk metil palmitat dalam reaktor tumpak. Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, Surabaya, 15 November 2007. Hlm. KR2-1-KR2-6.
- Windyarini, E. 2014. Serangan hama dan tingkat kerusakannya pada semai dari 7 populasi nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) di Indonesia. Wana Benih (*in press*)
- Windyarini, E., B. Ismail. 2012. Pest and disease attack on nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) seedling in the nursery. Proceeding International Conference of Indonesia Forestry Researchers (INAFOR) "Strengthening Forest Science and Technology for Better Forestry Development", Bogor 5 - 7 December 2011. Forestry Research and Development Agency, Jakarta. pp.841-847.



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

