



BUDIDAYA ***acacia
auriculiformis***

untuk Kayu Energi



Judul Buku:

BUDIDAYA ACACIA URICULIFORMIS
(*Acacia auriculiformis*) UNTUK KAYU ENERGI

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. Rina Laksmi Hendrati, MP
Siti Husna Nurrohmah, SSi.
Ir. Siti Susilawati, M.Sc.
Setyo Budi, 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: 978-979-493-724-2

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

BUDIDAYA ACACIA URICULIFORMIS (*Acacia auriculiformis*) UNTUK KAYU ENERGI

Disusun oleh:

Dr. Ir. Rina Laksmi Hendrati, MP

Siti Husna Nurrohmah, SSi.

Ir. Siti Susilawati, M.Sc.

Setyo Budi, S.Hut.

Kerja sama:



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



KEMENTERIAN KEHUTANAN

c1/11.2014

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 Gambar	x
BAB 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pemuliaan <i>Acacia auriculiformis</i>	3
BAB 2 <i>Acacia auriculiformis</i> dan pemanfaatannya ..	5
2.1 Deskripsi tanaman <i>Acacia auriculiformis</i>	5
2.2 Pertumbuhan Tanaman <i>Acacia auriculiformis</i>	6
2.3 Karakter kayu <i>Acacia auriculiformis</i>	9
2.4 Regenerasi.....	13
2.5 Pemanfaatan.....	16
BAB 3	
Budidaya <i>Acacia auriculiformis</i> untuk kayu energi.....	20
3.1 Pembungaan dan Pengumpulan biji.....	20
3.2 Penaburan	21
3.3 Persemaian	22
3.4 Penanaman	23
3.5 Hama Penyakit.....	24
3.6 Pemanenan	25
Daftar Pustaka.....	28

Daftar Gambar

1. Sebaran alami *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. (Hai, 2009) 4
2. Penampilan *Acacia auriculiformis* yang belum dimuliakan dan yang dimuliakan 4
3. *Acacia auriculiformis* yang tetap hijau sementara jenis lain telah menggugurkan daunnya 8
4. Lempeng kayu Akasia hasil sampling dengan struktur kayu teras (*heartwood*) dan kayu gubal (*sapwood*) yang dapat dibedakan warnanya 10
5. Penampang lintang *Acacia auriculiformis* (22bl) hasil sampling dengan proporsi kayu teras yang dapat dibedakan warnanya meskipun diameter sama 11
6. Trubusan (8 bulan) yang muncul pada *Acacia* setelah ditebang pada umur 22 bl. 15
7. Industri kayu arang yang menggunakan bahan baku tunggal *Acacia auriculiformis* (a). Stok kayu *Acacia auriculiformis* dari masyarakat (b) 17
8. Perkecambahan *Acacia auriculiformis* sebelum phylodia muncul 22
9. Persemaian *Acacia auriculiformis* (a dan b). Bibit siap tanam di lapangan (c) 23
10. *Acacia auriculiformis* sehabis ditanam (a); 4 bulan di lapangan (b) dan individu terseleksi di kebun benih umur 3,5 tahun (c) ... 24
11. Jamur jelaga yang menyerang *Acacia auriculiformis* di daerah kering 25
12. *Acacia auriculiformis* unggul pada umur 3,5 tahun yang ditanam pada areal uji. 26

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi sangat dibutuhkan pada masa sekarang dengan berkurangnya cadangan energi yang berasal dari fosil. Berkembangnya jumlah penduduk di dunia, khususnya di negara miskin dan negara berkembang, memicu peningkatan yang cukup tajam atas kebutuhan sumber energi bahan bakar dari kayu. Di Indonesia, kebutuhan akan sumber bahan bakar ini disamping untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, juga banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri seperti usaha batu bata, gamping, pengasapan ikan, gula merah maupun yang lain.

Total konsumsi kayu energi di Indonesia (2004) adalah 15.9 juta m³ (konversi FAO 750 kg = 1 m³). Pada tahun 2005, konsumsi energi di sektor rumah tangga mencapai 75 jt SBM untuk minyak tanah, arang, briket, listrik dan LPG namun konsumsi hanya untuk kayu bakar saja telah mencapai 210 juta SBM (Nuryanti dan Herdinie 2007, DESDM 2006). Diperkirakan sekitar 120.000 m kubik per tahun keperluan kayu bakar dan arang bakar dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga (Media Indonesia, 2009). Sekitar 47% (26,2 jt) rumah tangga mengkonsumsi kayu energi untuk keseharian mereka, dengan 6.77% di perkotaan dan 40,94 di pedesaan. Enam puluh enam (66) persen rumah tangga miskin bekerja pada sektor pertanian dengan 74% merupakan lulusan sekolah dasar serta kebanyakan mereka tidak mempunyai lahan atau dengan lahan yang sangat minimal (BPS 2005). Jawa mempunyai konsumen tertinggi (14,4 jt) dengan 43.6 kg kayu bakar/bulan per keluarga sementara diluar Jawa 31.1 kg.

Kebutuhan bahan bakar jenis ini akan mengalami tren yang semakin meningkat seiring dengan semakin gencarnya isu krisis energi dunia.

Pasar pelet dari biomas kayu yang menjanjikan di Korea, Amerika dan Eropa sangat terbuka. Target Korea dengan impor 5 juta ton pelet pada tahun 2020 agar dipenuhi 75% kebutuhan dalam negeri mereka merupakan peluang positif yang harus dimanfaatkan. Di Indonesia sendiri pabrik pelet telah didirikan di Jawa, Madura dan direncanakan di Kalimantan. Tercatat sudah lebih 40 penyedia pelet mulai bermunculan sejak akhir 2013.

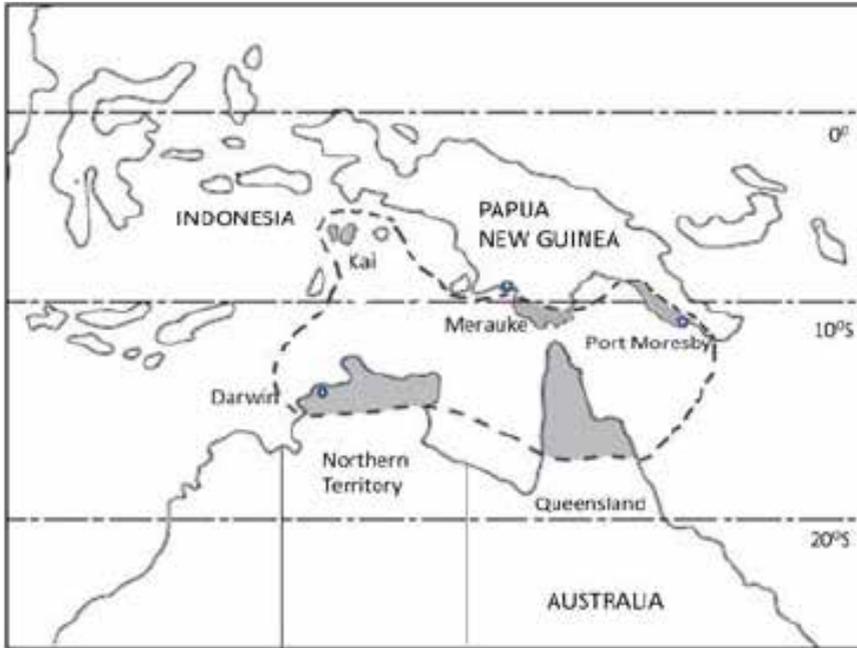
Terobosan mengenai bahan energi yang dapat diperbaharui yang mampu memenuhi kebutuhan hidup khalayak luas dan mudah dikembangkan sangat diperlukan. Salah satunya adalah menyediakan pohon sumber energi *Acacia auriculiformis* yang sangat cepat tumbuh sehingga mempunyai rotasi pendek, mampu tumbuh diperbagai lokasi marginal dan mudah budidayanya, terutama dengan menggunakan benih yang secara genetik unggul.

Fungsi lain dari tanaman *Acacia auriculiformis* ini adalah fungsi berupa pemanfaatannya sebagai tumbuhan lahan marginal (kurang subur dan kurang menguntungkan), yakni pada area-area dimana jenis lain sulit untuk tumbuh. Kemampuannya untuk memfiksasi (mengikat) nitrogen sangat membantu dalam merehabilitasi lahan. Penelitian lebih lanjut menggambarkan potensi kalor dari kayu dan arang yang sangat menjanjikan dari jenis tersebut. Selain itu pada penelitian 21 spesies Indonesia pada lahan kondisi kering di lapangan dan pada uji terkontrol, menunjukkan bahwa *Acacia auriculiformis* tampil terbaik, sehingga sangat ideal untuk mengantisipasi kondisi ekstrim kering yang mungkin ditimbulkan akibat perubahan iklim.

Pengembangan jenis ini oleh karenanya memberikan harapan yang menjanjikan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat dan industri, sekaligus memanfaatkan secara optimal lahan yang kurang menguntungkan atau marginal secara mudah dengan merehabilitasinya.

1.2 Pemuliaan *Acacia auriculiformis*

Acacia auriculiformis berasal asli dari Indonesia di bagian selatan Papua, serta sebarannya juga terdapat di Papua New Guinea dan bagian utara Australia (Gambar 1). Di Indonesia, pemuliaannya telah dilakukan sejak 1996 dengan penanaman uji keturunan generasi 1, dengan menyertakan berbagai sumber benih yang dikoleksi dari 12 asal benih (provenans) di sebaran alaminya di Papua New Guinea dan Queensland, Australia. Pada tahun 2009, generasi 2 menggunakan 38 famili yang terpilih dari generasi 1 kemudian dibangun, dan di estimasi akan menghasilkan MAI 43 m³/ha/thn dengan rotasi pendek 3,5 tahun. Seleksi sampai generasi 2 telah mampu melakukan peningkatan proporsi kayu teras melebihi nilai komersial yang diinginkan (>4500 kal/gr), serta kandungan lignin, lebih tinggi termasuk bagian kayu gubal dengan rata-rata 37%. Adanya pemuliaan lanjut sampai generasi 2 tersebut telah meningkatkan proporsi kayu teras, bagian kayu yang berkualitas tahun untuk energi, dari pada generasi 1 umur 3 tahun (Susanto dkk 2008), menjadi hampir 3 kali lipat pada generasi 2 umur 3,5 tahun. Pada umur yang sama, di generasi 2 ketiggiannya juga meningkat hampir 30% dari generasi 1 dan diameter meningkat sampai 9%. Berat jenis yang diperoleh sampai umur 3,5 tahun berkisar antara 0,5 - 0,58.



Gambar 1. Sebaran alami *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. (Hai, 2009)



Dokumentasi Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 2. Penampilan *Acacia auriculiformis* yang belum dimuliakan dan yang dimuliakan

***Acacia auriculiformis* dan pemanfaatannya**

2.1 Deskripsi tanaman *Acacia auriculiformis*

Acacia auriculiformis A. Cunn. ex Benth. memiliki nama lain *northern black wattle* (Inggris), akasia (Indonesia), akashmoni (Bangladesh). Genus *Acacia* berasal dari kata dalam bahasa Yunani “akis” yang berarti tanduk (Gledhill, 1996).

Distribusi alaminya dapat dijumpai di Papua, Sabana Papua Nugini, Australia utara dan pulau-pulau di selat Toress, di antara 9°LU-16°LS dan 130-145°BT (Hai, 2009). Akasia cocok tumbuh di ketinggian 0 sampai 400 meter di atas permukaan laut, pada suhu hangat dengan curah hujan sangat rendah hingga 200 mm/tahun sampai tinggi, dan bisa tumbuh pada kondisi tanah dengan kisaran pH 4-9. (Pinyopusarek, 1990). Akasia dapat tumbuh dengan baik pada kondisi tanah yang rusak, dengan kemampuannya memfiksasi nitrogen bebas. Akasia juga cukup toleran terhadap stress lingkungan (Bino, 1997), di lahan gundul, berlempung, tanah berkadar garam tinggi atau tanah yang tergenang air (Bino, 1997).

Akasia memiliki filodia atau daun semu, yakni daun tidak lengkap yang tidak memiliki helaian daun, namun tangkai daunnya melebar (“daun” merupakan modifikasi petiola) (Nugroho *et al.*, 2010). Akasia memiliki filotaksis dengan tipe tersebar. Filodia berbentuk membengkok seperti daun telinga (aurikula). Karakter ini yang menjadi dasar untuk pemberian nama petunjuk jenis pada spesies ini (Gledhill, 1996). Venasi

pada filodia dominan pada arah membujur, panjang filodia 10-20 cm, lebar filodia 2-6 cm.

Bunga akasia berbentuk bulir bertangkai pendek, panjang bulir 0,2 cm-0,5 cm. satu bulir dapat terdiri dari 50-100 bunga yang kecil berwarna kuning. Panjang bulir 10-15 cm. Buah bertipe polong. Dalam satu polong mengandung 2-5 biji. Biji berwarna hitam kecoklatan dan mengkilat (Suryowinoto, 1997).

Klasifikasi *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. (Judd *et al.*, 1999) adalah:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatopytha
Sub divisio : Angiospermae
Classis : Magnoliopsida (Dicotyledoneae)
Ordo : Fabales
Familia : Fabaceae
Sub Famili : Mimosoideae
Genus : *Acacia*
Spesies : *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth.

2.2 Pertumbuhan Tanaman *Acacia auriculiformis*

Acacia auriculiformis A. Cunn. ex Benth. merupakan salah satu tanaman berkayu yang telah diintroduksi ke berbagai tempat, termasuk Pulau Jawa. Sebagai tanaman yang tergolong ke dalam jenis cepat tumbuh (*fast growing species*) (Hai, 2009), jenis ini cocok ditanam di hutan yang gundul untuk restorasi hutan atau ditanam di hutan tanaman industri karena dapat menghasilkan biomassa yang besar dalam waktu singkat. Di Indonesia, produksi kayu (*mean annual increment*) akasia dapat mencapai 15-20 m³/Ha/tahun untuk masa rotasi 10-12 tahun (Ashaduzzaman 2011, Islam 2013).

A. auriculiformis merupakan jenis yang sangat bermanfaat, sehingga sangat sesuai untuk dikembangkan oleh masyarakat miskin ataupun untuk mengatasi berbagai kondisi cekaman lingkungan dan rehabilitasi lahan-lahan marginal. Kemampuannya untuk mengikat nitrogen mampu menyuburkan tanah (Yantasath 1986) dan bisa tumbuh pada tanah-tanah marginal tererosi (Zhigang and Minquan 1987). Bahkan jenis berakar kuat ini rekemondesikan untuk reklamasi area keras yang mengandung banyak besi (Evans dan Turnbull 2004). Pada sebaran alamnya mampu tumbuh didaerah dengan curah hujan yang rendah sampai sedang (760- 1670 mm/tahun) (Booth 1987). Spesies ini mampu juga tumbuh didaerah sangat asam dengan pH 4 - 6.5 (Zhigang dan Minquan 1987), tahan terhadap 6 bulan penggenangan dan serangan api yang berulang (Yap 1987). Selain mempunyai toleransi yang lebih baik terhadap penggenangan dibandingkan Acacia lain (Skelton 1987), *A. auriculiformis* juga mempunyai toleransi yang tinggi terhadap kondisi bergaram dan mampu tumbuh 2 - 3 kali lipat dibandingkan 36 jenis Acacia yang lain pada level kadar garam 1250 mol m⁻³ (Aswathappa et al 1987). Oleh karenanya banyak dipilih ditanam nelayan di daerah pantai (Anonym 2009). Dengan produksi resah 4800-5700 kg/ha/tahun spesies ini dianggap mempunyai kemampuan untuk memperbaiki tanah (Zhigang dan Minquan 1987).

Pohon ini di daerah kering, pada saat musim kemarauapun daunnya tetap hijau (*evergreen*), pada saat tanaman lain sudah menggugurkan daunnya (Gambar 3). Pertumbuhannya bisa mencapai 30 meter dengan diameter *at breast height* (d.b.h.) dapat mencapai 80 cm (Pinyopusarerk, 1990) dan sistem perakarannya yang dangkal dan cenderung menyebar (Jahan *et al.*, 2008).



Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 3. *Acacia auriculiformis* yang tetap hijau sementara jenis lain telah menggugurkan daunnya

A. auriculiformis sangat cepat tumbuh, cocok ditanam di berbagai negara di daerah tropis dan subhumid (Ryan et al 1987). Begitu banyak negara telah mengembangkannya. Jenis ini merupakan spesies berpotensi yang terbaik di Zimbabwe, Thailand dan Malaysia (Gwaze 1987, Pinyopusarerk dan Puriyakorn 1987, Yap 1987). Jenis ini di sebaran alaminya umum ditemui di daerah kering savana (sebagai jenis kodominan) atau dipinggir sungai yang lembab dengan ketinggian pohon yang bisa mencapai 30 m (Skelton 1987, Yap 1987). Di daerah dengan tanah berpasir yang dalam, jenis ini menunjukkan ketinggian 10.6 m dan diameter 20.3 m dalam 6 tahun dengan jarak rapat 1.8 x 1.8m (3000 batang/ha) di Zanzibar (Kessy 1987). Spesies ini terutama banyak diadopsi untuk ditanam di negara dengan curah hujan rendah dan merupakan 1 dari 5 jenis Acacia utama yang secara internasional disebarkan untuk tujuan komersial (Turnbull 1987). Penanaman jenis ini telah mampu meningkatkan keuntungan sosial dan ekonomi masyarakat diberbagai negara (Evans dan Turnbull 2004). Di Sri Langka, jenis ini mampu menunjukkan ketahanan terhadap kekeringan dengan

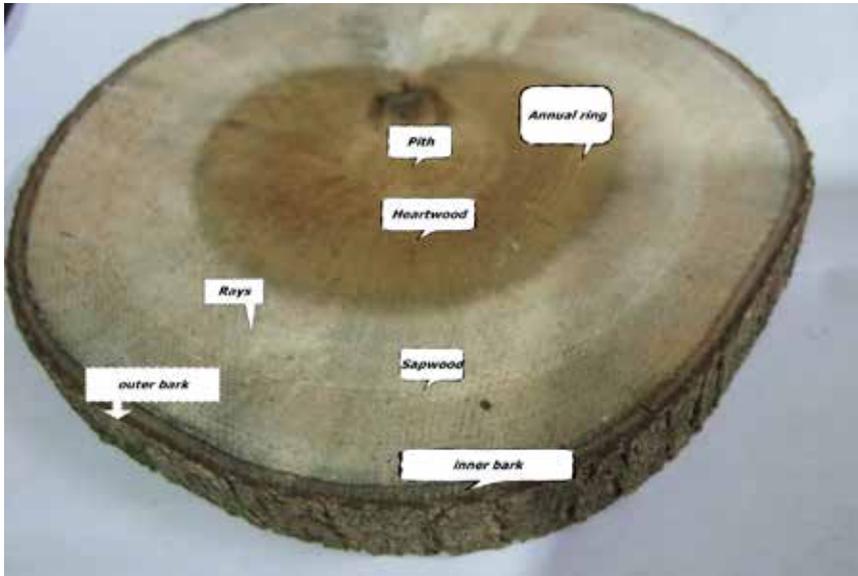
pertumbuhan cepat pada periode muda (Midgley dan Vivekanandan 1987). Selain umum untuk digunakan sebagai penyangga api, pengontrol erosi dan tanaman campuran pada kegiatan *agroforestry* (bercampur dengan tanaman pertanian dan peternakan), penanaman jenis ini juga dilakukan pada bekas limbah industri di Phillipina dan Malaysia dan di pabrik kapur di India (Evans and Turnbull 2004). Di China, pertumbuhan pertahun meunjukkan rata-rata 1 m selama 8 tahun pertama dengan penambahan volume terbesar pada umur 8-14 tahun (Zhigang dan Minquan 1987). Kecepatan tumbuh saat awal ini merupakan potensi untuk mampu berkompetesi dengan alang-alang (Pinyopusarkerk 1987) dan di Indonesia sendiri telah banyak dikembangkan terutama sebagai salah satu spesies untuk penanaman daerah alang-alang (Evans Turnbull 2004). Di Indonesia, jenis tanaman tahan dilokasi bergaram ini telah banyak ditanam dipekarangan masyarakat nelayan (Anonym 2009). Dibandingkan dengan jenis *Casuarina equisetifolia* yang terkenal bisa bertahan di daerah pantai selatan Jawa (Sumardi 2008, Anonim 2009), jenis *Acacia auriculiformis* terbukti mempunyai sifat lebih resistant terhadap serangan rayap seperti di contohkan di daerah kering Zimbabwe (Gwaze 1987) dan mempunyai kemampuan trubusan lebih tinggi dengan 25% pada pangkasan pertama dan 71% pada pangkasan kedua dibandingkan *C. equisetifolia* yang hanya (2%) (Yantasath 1987).

2.3 Karakter kayu *Acacia auriculiformis*

Kayu dari jenis ini termasuk dalam kelas keawetan III (lama) dan kelas kekuatan di antara II dan III (jati kelas kekuatan II). Berat jenisnya yang tinggi (kisaran 0,6-0,75) membuat *Acacia auriculiformis* cocok dijadikan kayu bakar atau arang yang bermutu tinggi (Sastroamidjojo, 1976). Analisis kandungan kimia kayu *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. yang pernah dilakukan menunjukkan hasil sebagai berikut, yakni α -selulosa : hemiselulosa : dan ekstraktif sebesar 44,1% : 33,2% :

4,5 % (Jahan *et al.*, 2008). Sementara pengujian lignin umur 3,5 tahun menunjukkan hasil 32,6% untuk kayu gubal dan 41,4% untuk kayu teras.

Berdasarkan penampang lintang batang kayu, kayu gubal (*sapwood*) dan kayu teras (*heartwood*) pada jenis ini memiliki beda warna yang kontras (Gambar 4).



Dokumentasi: Budi Santoso

Gambar 4. Lemping kayu Akasia hasil sampling dengan struktur kayu teras (*heartwood*) dan kayu gubal (*sapwood*) yang dapat dibedakan warnanya



Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 5. Penampang lintang *Acacia auriculiformis* (22bl) hasil sampling dengan proporsi kayu teras yang dapat dibedakan warnanya meskipun diameter sama

Meski diameter sama proporsi kayu teras pada *Acacia auriculiformis* sangat bervariasi (Gambar 5), dan dipengaruhi oleh genetik. Pada umur 16 bulan baru sebagian kecil individu pohon yang membentuk kayu teras namun makin lama makin meningkat.

Seleksi terhadap tingginya proporsi kayu teras dapat dilakukan mulai umur 22 bulan. Proporsi kayu teras tinggi sangat menguntungkan dalam memproduksi bibit unggul untuk tujuan energi, karena karakter kayu teras lebih baik dibandingkan kayu gubal dalam berbagai aspek yang berhubungan dengan dengan kualitas kayu energi. Secara umum untuk jenis *Acacia auriculiformis*, perbedaan kayu teras dan kayu gubalnya antara lain adalah:

1. Kayu teras secara signifikan mengandung nilai kalor yang lebih tinggi. Untuk tujuan komersial, kayu energi dikehendaki mempunyai nilai kalor >4500 kal/gr. Hal ini dipenuhi pada kayu teras *Acacia auriculiformis*

pada umur 2,5 tahun yang dengan nilai >4500 kal/gr, namun kedua jenis kayu teras dan gubal baru bernilai >4500 kal/gr setelah 3,5 tahun. Variasi proporsi kayu teras (*heartwood*) dan kayu gubal (*sapwood*) ini sangat umum ditemui dan dipengaruhi kondisi (lingkungan) tumbuh, spesies dan usia pohon (Tsoumis, 1968).

2. Kayu teras secara signifikan mengandung kandungan lignin yang lebih tinggi. Individu dengan proporsi kayu teras yang besar menguntungkan karena kandungan lignin yang dipunyai relatif tinggi. Lignin pada kayu energi mempunyai banyak manfaat. Fungsi lignin yang stabil dan kaku sehingga mampu menghalangi masuknya air (Evert, 2006) dan memungkinkan jaringan tanaman tidak rusak karena tekanan negatif yang timbul akibat transpirasi (Taiz dan Zeiger, 1998). Lignin bersifat kurang higroskopis (kurang menyerap kelembaban) jika dibandingkan dengan selulosa, sehingga mampu menstabilkan dimensi (Panshin dan deZeeuw, 1980).
3. Kayu teras yang mengandung lignin lebih tinggi juga mempunyai nilai thermal yang lebih tinggi, karena lignin meningkatkan potensi thermal untuk pembakaran. Lignin bersifat termoplas, yang dapat mencair bila dipanaskan dan memadat kembali jika didinginkan. Sifat inilah yang digunakan untuk mengembangkan produk bahan perekat berbasis dasar lignin (Tsoumis, 1991). Lignin dapat bertindak sebagai semacam pengikat "*binding agent*" (Harfén *et al.*, 1999) yang bermanfaat dalam pembuatan bahan baku pelet kayu untuk tujuan energi sehingga menguntungkan karena mengurangi biaya operasional untuk keperluan bahan perekat. Pada *Acacia auriculiformis* nilai lignin berbeda sangat nyata antara kayu gubal dengan kayu teras dengan peningkatan menjadi 41.4 % untuk kayu teras dan 32.6 % untuk kayu gubal, pada umur 3,5 tahun.
4. Pada kayu teras sel-sel parenkim xilemnya bersifat mati dan tidak ada timbunan asimilat / metabolit primer dalam selnya, dan terdapat endapan metabolit sekunder (Zhonglian, 2009). Sel yang mati mengandung sedikit air, sehingga kadar air yang rendah akan bagus untuk mengurangi biaya pengeringan, pengangkutan, dan keawetan. Sedangkan gubal merupakan bagian kayu pada pohon yang hidup yang masih mengandung sel hidup dan material cadangan dalam sel (Zhonglian, 2009).

5. Berdasarkan karakteristik kayu teras dan kayu gubal, dapat dikatakan bahwa bagian kayu gubal biasanya kurang disukai untuk keperluan komersial, karena mengandung pati dan kadar air yang lebih tinggi daripada kayu teras. Sedangkan pada teras, yang biasanya mengandung kadar air yang lebih rendah daripada gubal dan mengandung ekstraktif tertentu serta tilose lebih disukai untuk keperluan komersial karena memiliki ketahanan alam dan serangan (Bowyer *et al.*, 2007).
6. Kayu teras lebih keras dibandingkan kayu gubal, dan kayu teras umumnya mengandung lebih banyak kandungan gas (Hillis, 1987)
7. Kayu teras cenderung berperan sebagai penguat dan tempat penimbunan di batang, sementara kayu gubal cenderung berperan dalam proses konduksi.
8. Usia mulai terbentuknya kayu teras bervariasi antar genus tanaman dan dipengaruhi oleh gen setiap spesies, seperti misalnya pada *Cryptomeria japonica* yang kayu terasnya muncul pada usia 6-8 tahun, pada *Eucalyptus viminalis* muncul pada usia 3-4 tahun, dan pada *Alstonia scholaris* muncul pada usia 100 tahun lebih (Hillis, 1987). Pada *Acacia auriculiformis* umur 22 bulan, masih banyak sekitar individu yang belum membentuk kayu teras, namun dengan seleksi yang telah dilakukan serta dengan berjalannya waktu proporsi ini meningkat pada individu unggul yang terseleksi dengan proporsi 16-27% pada umur 2,5 tahun, menjadi 18-34% pada umur 3 tahun dan meningkat lagi menjadi 42,5-63% pada umur 3,5 tahun.

2.4 Regenerasi

Acacia auriculiformis lebih mudah diregenerasi dengan menggunakan biji. Pembungaan jenis ini yang sangat melimpah dan menarik, sehingga sering digunakan untuk hiasan sepanjang jalan (Yap 1987). Karena kelimpahan bunganya tersebut, maka bijinya cukup banyak bisa diperoleh. Karena mudah untuk membibitkannya (Skelton 1987, Ryan et al 1987), maka regenerasi tanaman tersebut tidak mengalami banyak kendala. Dengan kelebihan dan kemudahan pembibitan jenis ini, maka diharapkan penanamannya secara luas, seperti yang juga banyak dilakukan di negara-negara berkembang yang lain (Kessy 1987), dapat

memenuhi kesulitan pasokan kayu bakar ataupun mebel, yang banyak dibutuhkan masyarakat Indonesia.

Perbanyak secara vegetatif, misalnya setek, akan memerlukan fasilitas yang memadai untuk menjaga kelembaban sampai terbentuknya akar. Namun demikian jika klon dari pembiakan vegetatif yang akan di buat untuk tujuan sumber benih dari benih unggul akan menguntungkan karena nilai keunggulan benih yang akan diperoleh *Acacia auriculiformis* mempunyai kemampuan trubusan setelah ditebang (Gambar 6) namun berbeda antara satu individu dengan yang lain. Trubusan akan bersifat muda kembali (juvenil) dan dapat digunakan untuk pembiakan vegetatif seperti setek, cangkok atau kultur jaringan. Pemanenan kayu energi dari trubusan yang dipelihara dengan penjarangan cabang sehingga meninggalkan 1 pengganti batang utama akan menghasilkan volume yang jauh lebih rendah dari volume individu yang ditanam dari biji. Oleh karenanya tebang habis pada umur 3,5 tahun lebih disarankan dengan mengatur luasan panen dan luasan penanaman yang dibuat secara seimbang untuk kelestarian produksi. Pada umur tersebut kayu teras telah memadai dengan rata-rata 63%, nilai kalor kayu teras dan gubal sudah mencapai >4500 serta kandungan lignin sudah jauh meningkat (29%) menjadi 41.1 %, dari 1 tahun sebelumnya (2,5 tahun).



Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 6. Trubusan (8 bulan) yang muncul pada Acacia setelah ditebang pada umur 22 bl.

2.5 Pemanfaatan

Jenis *A. auriculiformis* pada beberapa lokasi menunjukkan pertumbuhan yang melebihi jenis *A. mangium* (Pinyopusarerk dan Puriyakorn 1987, Boontawee dan Kuwalairat 1987, Jisheng 1987). Keunggulannya terhadap mangium terutama sekali ditemukan pada daerah marginal kering. *A. auriculiformis* banyak digunakan untuk kayu sumber bahan bakar (Pinyopusarerk 1987, Kessy 1987) termasuk di Jawa. Nilai kalornya berkisar 4.780-5.110 cal/g sebagai kayu (Zhigang dan Minquan 1987) dan sekitar 7.322 cal/g sebagai arang (Syachri 1983) dan nilai ini cukup tinggi dibandingkan dengan jenis-jenis lain (Yantasath 1987). Sebagai arang produksinya 30.2%, dengan 1.97% abu, 80,66% *fixed carbon* yang cocok sebagai arang untuk industri yang syaratnya >70% fixed carbon, <4% kandungan abu, >7000 nilai kalor arang) (Hartoyo dan Syachri 1976, Syachri 1983). Di China selatan dengan rotasi 3-5 tahun, produksi kayu bakar mencapai 24 500 kg/ha kondisi kering (79% batang, 21% cabang) dan dicapai sampai tahun ke 4 (1665 pohn/ha) dengan kisaran nilai kalori 4.78-5.11 Kcal/kg (Zhigang dan Minquan 1987). Kemampuannya tumbuh di lahan kurang produktif menjadikan jenis ini mempunyai nilai tambah untuk kayu energi.

Dalam hubungannya dengan kayu energi, *Acacia auriculiformis* dapat digunakan untuk kayu energi secara langsung, bahan industri arang maupun jadi bahan baku pelet. Pertanaman khusus belum banyak dilakukan. Salah satu perusahaan di Lombok barat telah menanam jenis ini untuk tujuan kayu energi pada tahun 2014 seluas 200ha sebagai tahap awal. Sementara industri arang yang ada di Pacitan menggunakan jenis ini sebagai jenis tunggal (Gambar 7) (Hendrati dkk 2010), namun suplai yang diperoleh baru berdasarkan setoran dari masyarakat dari lokasi-lokasi sekitar termasuk dari daerah Gunung Kidul, DIY dan belum ada pertanaman khusus untuk bahan baku industri tersebut.

Sementara itu industri arang yang kecil-kecil masih menggunakan jenis ini bercampur dengan jenis-jenis yang lain. Hasil survey industri arang di Jawa, menunjukkan bahwa industri akan menjadi berskala medium jika bahan pasokan yang dikirim dari masyarakat dari jenis yang relatif seragam, sementara industri kecil lebih disebabkan karena pasokannya dari berbagai jenis yang tidak menentu (Hendrati dkk 2010). Oleh karenanya *Acacia auriculiformis* berpotensi untuk dijadikan bahan baku tunggal untuk meningkatkan skalaperusahaan.



Dokumentasi: Arif Nirsatmanto

Gambar 7. Industri kayu arang yang menggunakan bahan baku tunggal *Acacia auriculiformis* (a). Stok kayu *Acacia auriculiformis* dari masyarakat (b)

Selain untuk arang maupun kayu energi secara langsung, jenis ini juga dimungkinkan digunakan sebagai bahan baku pelet. Permintaan pelet dari biomas kayu untuk tujuan energi sangat menjanjikan untuk pasar Eropa, Amerika dan Korea Selatan. Korea mencanangkan 2% energi terbarukan, menjadi 10% di tahun 2022 dengan target import 5 juta ton (2020) untuk memenuhi 75% kebutuhan dalam negeri. Perusahaan GS, LG dan Samsung telah mengeksplorasi import pelet dari Australia, Canada, Amerika, Malaysia, Indonesia dan Vietnam. Korea Southern Power 2013 telah membeli sejumlah besar 15,000 metric ton wood pelet (Oktober 2013). Dibandingkan energi terbarukan lain (angin,

matahari dan hydropower), biomassa lebih menjanjikan kapasitas energi bersih (*clean energy capacity*) sampai 50-60% (Anonim 2013). Sejumlah perusahaan supplier wood pelet (± 41) di Indonesia mulai memasarkan produksinya di tahun 2013. Di Wonosobo, perusahaan wood pelet Korea (PT Solar Park Indonesia), yang memproduksi 48 ribu ton (2009) hingga 224 ribu ton tahun 2013 masih menggantungkan pasokan dari sisa industri kayu dan setoran masyarakat (pers. comm Park Woo 2012). Mesin pemroses pelet *portable* telah dibuat diatas truk oleh perusahaan ini untuk mendekati sumber pasokan ke berbagai daerah di Jawa Tengah. Konsumen wood pelet di Indonesia juga terdapat, termasuk perusahaan perkebunan yang menggunakan untuk mengeringkan daun teh (pers. comm. Park Woo, 2012). Pemenuhan suplai industri yang masih kurang diantisipasi dengan penanaman Short Rotation Coppice (SRC) dari tanaman kayu cepat tumbuh dimulai tahun 2014 termasuk di Kalimantan dan Lombok, yang memasukkan *Acacia auriculiformis* sebagai salah satu spesies yang dikembangkan.

Kedepannya, biomassa dari kayu cepat tumbuh diprediksi akan digunakan secara ekstensif terutama jika hal itu lebih mudah dan lebih murah didapatkan daripada alternatif sumber bahan bakar lain. Selama masyarakat bisa menanamnya pada lahan-lahan mereka terutama yang kurang subur, sumber energi dari kayu akan menjadi pilihan mereka. Hal ini akan diuntungkan dengan tersedianya jenis bandel cepat dan mudah tumbuh sekaligus yang tidak memerlukan banyak pemeliharaan serta tahan terhadap hama dan penyakit. Jenis *Acacia auriculiformis* memenuhi persyaratan tersebut.

Selain sebagai kayu energi, di Madura jenis merupakan jenis kedua yang disukai masyarakat untuk membuat mebel setelah jati, karena kekuatan kayunya. Namun untuk tujuan ini membutuhkan rotasi yang jauh lebih lama berumur sekitar 10 tahunan, dibandingkan dengan kayu energi yang

hanya 3,5 tahun. Berbagai perangkat rumah tempat tidur, meja dibuat dari kayu ini. Bagi pasangan pengantin umumnya pihak laki-laki akan membutuhkan kayu *Acacia auriculiformis* untuk mengantar perangkat rumah sebagai seserahan kepada pihak putri (pers.comm. Nuryanto 2010). Di Madura jenis ini sangat mudah tumbuh di daerah dengan kondisi lahan yang kurang bagus serta dengan keterbatasan curah hujan. Kayu *Acaia auriculiformis* cukup awet dengan basic density of 500-650 kg/m³ mempunyai alur yang menarik. Kulitnya mengandung tanin (13-25%) dan sering digunakan di India serta mengandung pewarna (6-14%) sebagai pewarna alami untuk industri batik (Anonim 2003).

Budidaya *Acacia auriculiformis* untuk kayu energi

3.1 Pembungaan dan Pengumpulan biji

Sebagai pertanaman *A. auriculiformis* bisa berbunga pada umur 2 tahun. Namun pembuahan pertama yang akan diproduksi belum sempurna, karena tidak banyak individu berbunga yang memungkinkan terjadinya penyerbukan secara optimal untuk membentuk buah. Pada umur 3 tahun baru sekitar 50% dari tanaman yang ada (Josue 1991) atau jika dari berbagai sumber asal akan mencapai 75% tanaman. Buah akan lebih baik dikumpulkan dari tanaman mulai umur 4-5 tahun, dan keberhasilan terbentuknya biji dipengaruhi oleh tersedianya serangga (terutama lebah) sebagai penyerbuknya. Tanaman yang belum melimpah berbunga dalam suatu tegakan, dimungkinkan belum sempurna menarik kedatangan gerombolan penyerbuk untuk datang karena warna dan bau bunga yang diproduksi secara kolektif. Tanaman ini bisa memproduksi biji 2 kali pertahun, dengan pembuahan April dan Oktober yang berasal dari pembungaan Januari-Februari dan Juni-Juli, namun hal ini juga tergantung dari lokasi.

Buah yang akan dipanen pada setiap pohon berlainan tergantung dari kemampuan masing-masing pohon yang dipengaruhi oleh, genetik, lingkungan (kesuburan), pemeliharaan serta umur. Kisaran buah sekali periode pembuahan bisa 10-15 gram per pohon, dengan jumlah biji ± 75 /gram.

Pengumpulan buah (pod) dilakukan saat kulit buah yang melingkar yang sudah berwarna kecoklatan. Buah dibuka dengan cara dijemur di panas matahari sehingga kulit buah akan terbelah sehingga biji yang gugur bisa diperoleh. Biji yang kering sebaiknya disimpan pada suhu $<5^{\circ}\text{C}$, sehingga viabilitasnya mampu bertahan sampai beberapa tahun (>3 tahun).

3.2 Penaburan

Persentasi perkecambahan biji akan sempurna jika biji diperlakukan terlebih dahulu dengan cara menyiram dengan air mendidih dan didiamkan semalam sebelum ditabur keesok harinya. Penaburan sebaiknya dilakukan di pasir, agar memudahkan penanganan kecambah. Penggunaan pasir meningkatkan porositas (pori-pori) media sehingga menyediakan oksigen yang diperlukan untuk perkecambahan (Gambar 8). Perakaran juga tidak rusak saat pemindahan kecambah nantinya ke kantong plastik (polybag) berisi media. Biji yang dikecambahkan akan mulai muncul pada kisaran waktu 2-4 minggu. Kondisi kecambah yang ideal untuk disapih hādala yang hampir muncul daun pertamanya.



Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 8. Perkecambah *Acacia auriculiformis* sebelum phylodia muncul

3.3 Persemaian

Sebelum penyapihan, media di persemaian sebaiknya telah disiapkan didalam kantong plastik (polybag). Media yang digunakan dapat berupa tanah : kompos = 1:1. Sebelum penyapihan, pelubangan pada media sebaiknya dilakukan menggunakan jari atau tongkat kecil, sebagai tempat menyisipkan akar kecambah yang akan dipindahkan.

Persemaian pada saat 1-2 bulan awal idealnya di lindungi jaring di atasnya, dengan tujuan untuk mengurangi sengatan matahari dan mengurangi dampak kerusakan karena tetes air hujan secara langsung. Pemupukan

dapat dilakukan dengan NPK yang dicampur air dengan konsentrasi (4-5gr/10 liter air) dan disiramkan setiap minggu atau per 2 minggu tergantung ukuran bibit sampai umur siap tanam. Serangan hama dan penyakit umumnya tidak banyak ditemui jika pemeliharaan dilakukan secara baik. Namun penyemprotan insektisida atau fungisida dapat dilakukan sesuai petunjuk masing-masing produk jika serangan terjadi. Pada umur 4 bulan (30-40cm) bibit siap untuk ditanam di lapangan (Gambar 9).



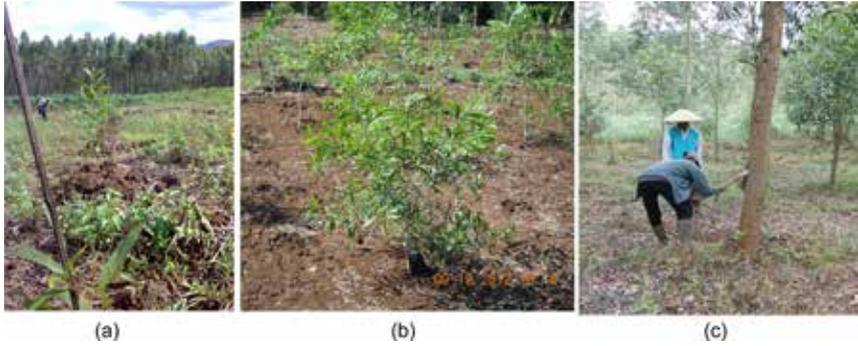
Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 9. Persemaian *Acacia auriculiformis* (a dan b). Bibit siap tanam di lapangan (c)

3.4 Penanaman

Sebelum penanaman, lahan yang akan di tanami diukur dan ajir dipasang pada masing-masing lobang tanam sesuai desain. Lobang tanam dibuat usuran 30x30x30cm. Pupuk kandang yang sudah matang 1-2 kg perkilogram diletakkan didalam masing-masing lobang sebelum penanaman. Jarak antar tanaman yang disarankan adalah 2x2m (2500phn/ha) atau 3x2m (1667phn/ha) untuk kayu bakar sampai umur 3,5 thn. Penggunaan bibit unggul diperkirakan akan bisa memproduksi >36-43 m³/ha/thn sampai umur 3,5 th, dan perlakuan silvikultur terutama

pemupukan dan perawatan dari tanaman pengganggu secara memadai dipastikan akan jauh meningkatkan produksinya (Gambar 10).



Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 10. *Acacia auriculiformis* sehabis ditanam (a); 4 bulan di lapangan (b) dan individu terseleksi di kebun benih umur 3,5 tahun (c)

3.5 Hama Penyakit

Secara umum tanaman ini cukup tahan terhadap serangan hama dan penyakit termasuk pada kondisi yang marginal sekalipun. Jamur jelaga cukup banyak ditemui namun tidak secara signifikan mengganggu pertumbuhannya (Gambar 11). Hal yang cukup perlu diwaspadai adalah jika pada area yang ditanam terdapat serangan rayap, yang hal ini akan bisa merusak tanaman secara sangat cepat sehingga harus ditangani secara menyeluruh.



Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 11. Jamur jelaga yang menyerang *Acacia auriculiformis* di daerah kering

3.6 Pemanenan

Hasil analisis dan pengujian menunjukkan bahwa rotasi bagi *Acacia auriculiformis* untuk tujuan kayu energi sudah dapat dicapai pada umur 3,5 tahun. Pada saat ini nilai kalor sudah sesuai kriteria komersial (> 4500 kal/gr) yang hal ini belum dicapai pada umur 1 tahun sebelumnya atau pada umur 2,5 tahun. Sehingga 3,5 merupakan rotasi yang tepat untuk kayu energi. Sementara kandungan ligninnya sudah tergolong tinggi 38%, yang setahun sebelumnya baru mencapai 30%. Dalam hal produktifitas, MAI yang diestimasi dengan menggunakan benih unggul akan mencapai 36-43 m³/ha/th dari pertanaman jarak 2x2m (2.500 pohon/ha). Gambar 12 menunjukkan tanaman *Acacia auriculiformis* pada umur 3,5 tahun yang ditanam pada salah satu areal uji (Gambar 12).



Dokumentasi: Rina Laksmi Hendrati

Gambar 12. *Acacia auriculiformis* unggul pada umur 3,5 tahun yang ditanam pada areal uji.

Informasi di China, produk kayu energi yang pernah diperoleh dari jenis *Acacia auriculiformis* dengan rotasi 4 tahun adalah dengan produksi kayu bakar yang mencapai 24 500 kg/ha kondisi kering (79% batang, 21% cabang) dengan jarak tanam yang sama (1665 pohon/ha) dengan kisaran nilai kalori 4.78-5.11 Kcal/kg (Zhigang dan Minquan 1987). Jumlah 24.500kg/ha ini setara dengan 41 m³/Ha sehingga MAI nya adalah 10.2m³/ha/tahun kering. Dengan pemuliaan yang sudah dilakukan diharapkan MAI kering akan mencapai 17,5 m³/ha/thn pada umur 6 bulan lebih muda yakni 3,5 tahun. Produksi ini masih bisa ditingkatkan dengan penerapan silvikultur yang maksimal termasuk pemupukan dan pemeliharaan yang lain.

Daftar Pustaka

- Anonym, 2003, *Acacia auriculiformis*, http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/acacia_auriculiformis.html, retrieved on October 2011
- Anonym, 2009, Assessment of tsunami mitigation functions of coastal forests/trees, Study on forest Management for Mitigation of Natural Disaster (FMMND), Cooperation between, Dir.Gen of Land Rehabilitation and Social Forestry and Japan Wildlife Research Centre.
- Anonim 2013, Conference: Biomass Pellets Trade & Power, 09-12 Sept, 2013, Conrad, Seoul <http://www.cmtevents.com/aboutevent.aspx?ev=130929>, diunduh 4 April 2014
- Badan Pusat Statistik, 2005, Konsumsi Kayu Bakar 2002-2004, Kerjasama Pusat Rencana dan Statistik Kehutanan, departemen Kehutahan dengan Direktorat Statistik Pertanian, Badan Pusat Statistik, Jakarta
- Bino, B., 1997, *The Performance of Acacia angustissima, A. auriculiformis and A. mangium as Potential Agroforestry Tree Species in the Highlands of Papua New Guinea* dalam Proceedings of an international workshop held in Hanoi, Vietnam: Recent Developments in Acacia Planting, Editor Turnbull, JW, H.R. Crompton dan K. Pinyopusarek, ACIAR, Australia, p. 45-50.
- Booth, TH, 1987, Selecting Acacia species for testing outside Australia, dalam Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research)

Proceedings No. 16, Editor Turnbull, JW, Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia

Bowyer, J., Shmulsky, R., and Haygreen, J.G., 2007, *Forest Products and Wood Science: An Introduction* 5th ed. Blackwell Publishing, Iowa, p.3-477.

Evans J dan Turnbull J, 2004, *Plantation Forestry in the Tropics*, Edisi ke 3, Oxford University Press, UK

Evert, R.F., 2006, *Esau's Plant Anatomy Third edition*, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, p. 69-71, 268, 302-311, 110-111.

Gledhill, D., 1996, *The Names of Plants second edition*, Cambridge University Press, Australia, p.55 dan 67.

Gwaze DP, 1987, Status of Australian acacias in Zimbabwe, in *Australian Acacias in Developing Countries*, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia

Hafren, J., Fujino, T and Itoh T., 1999, Changes in cell wall architecture of differentiating tracheids of *Pinus thunbergii* during lignification, *Plant Cell Physiol.*, 40 (5): 532-541.

Hai, P.H., 2009, *Genetic Improvement of Plantation-Grown Acacia auriculiformis for Sawn Timber Production*, Naskah Tesis, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Upsala, p.1-53.

Hendrati RL, Nirsatmanto, A, Baskorowati L dan Fauzi A., 2011, *Pemanfaatan Berbagai Jenis Kayu Energi untuk Kelangsungan Industri Arang Kayu di Jawa.*, Prosiding Workshop Sintesa Hasil Penelitian Hutan Tanaman 2010, Bogor, 1 Desember 2011, ISBN. 978-979-3819-71-6)

- Hillis, W.E., 1987, *Heartwood and Tree Exudates*, Springer-Verlag, Berlin, p. 5-34,80, 87,142,145,150-156.
- Islam,S.S., Islam, M.S., Hosain, M.A.T., dan Alam, Z., 2013, Optimal Rotation Interval of Akashmoni (*Acacia auriculiformis*) Plantations in Bangladesh, *Kasetsart J. (Soc. Sci)* 34 : 181 – 190.
- Jahan, M.S., Sabina, R. & Rubaiyat, A., 2008, Alkaline pulping and bleaching of *Acacia auriculiformis* grown in Bangladesh. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry* 32(4): 339-347.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellog, E.A., Stevens, p.f.,1999, plant systematics : A phlogenetic approach,Sinauer Associates, Inc., Masachusetts, p.282-284.
- Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral (DESDM), 2006, Statistik Ekonomi Energi Indonesia 2006, Jakarta
- Kessy BS, 1987, Growth of Australian acacias in Tanzania, in Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Media Indonesia Online, 21 Januari 2009. Di akses 26 Februari 2009.
- Midgley SJ dan Vinekanandan,K, 1987 Australian acacias in Sri Lanka, in Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Nugroho,L.H., Purnomo, Sumardi, I., 2010, *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*, PenerbitSwadaya, Jakarta, p. 32.

- Nuryanti dan Herdinie SS, 2007, Analisis Karakteristik Konsumsi Energi Pada Sektor Rumah Tangga di Indonesia, Paper disampaikan pada Seminar Nasional III, SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta 21-22 Nopember 2007, ISSN 1978-0176
- Panshin, A.J. and Carl de Zeeuw, 1980, *Textbook of Wood Technology Fourth edition*, Mc- Graw Hill, USA, p. 89-90.
- Pers. comm Bp. Nuryanto. 2010., Penyuluh Dinas Perkebunan dan Kehutanan, Bangkalan, Madura.
- Pers. comm Mr. Park Woo. 2012. Direktur PT Solar Park Indonesia, Wonosobo, Jawa Tengah.
- Pinyopusarerk K, 1987, Improving *Acacia auriculiformis* through selection and breeding in Thailand, in Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Pinyopusarerk K dan Puriyakorn B, 1987, Acacia species and provenance trials in Thailand, in Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Ryan PA, Podberscek M, Raddatz CG, Taylor DW, 1987, Acacia species trials in southeast Queensland, Australia, in Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia

- Sastroamidjojo, J.S., 1976, *Acacia auriculiformis*, *Melaleuca leucadendron*, Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta, p. 2-15.
- Skelton DJ, 1987, Distribution and ecology of Papua New Guinea acacias, in *Australian Acacias in Developing Countries*, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Sumardi, 2008, Model rehabilitasi kawasan pesisir, Prosiding Seminar Nasional, Silvikultur Rehabilitasi Lahan: Pengembangan strategi untuk mengendalikan tingginya laju degradasi hutan, Wanagama I, 24-25 Nopember 2008, Jurusan Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada.
- Suryowinoto, S.M., 1997, *Flora Eksotika: Tanaman Penedeuh*, Penerbit Kanisius, p.17-18.
- Susanto M, Prayitno TA and Fujisawa Y, 2008, Wood genetic variation of *Acacia auriculiformis* at Wonogiri Trial in Indonesia, *Journal of Forestry Research* Vol. 5 No. 2, 125-134
- Syachri T.N., 1983, Kemungkinan Kayu Akasia (*Acacia auriculiformis* A. Cunn) sebagai bahan baku untuk pembuatan arang bagi keperluan industri metalurgi dan portland cement, Proseeding Diskusi Industri Perakayuan, di Jakarta 10-11 Oktober 1983, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor
- Taiz, L. dan Zeiger, E., 1998, *Plant Physiology Second Edition*, Sinauer Inc., Massachusetts, p. 361 - 363, 424-425.

- Tsoumis, G., 1968, *Wood as raw material: Source, Structure, Chemical, Composition, Growth, Degradation and Identification*, Pergamon Press, Oxford, p. 15-17.
- Turnbull, JW, 1987, Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, Editor Turnbull, JW, Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Yantasath K, 1987, Field trials of fast-growing, nitrogen-fixing trees in Thailand, in Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Yap, SK, 1987, Introduction of Acacia species to Peninsular Malaysia in Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Zhigang P dan Minquan Y, 1987, Australian acacias in the People's Republic of China, in Australian Acacias in Developing Countries, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings No. 16, (Ed. Turnbull, JW), Brown Prior Anderson Pty Ltd, Victoria, Australia
- Zhonglian, H., 2009, *Identification and Characterization of Genes Involved in Heartwood Formation in Black Walnut (Juglans nigra L.)*, Dissertation Purdue University, Indiana, USA, p. 1-150.



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

