

**Rudianto Amirta
Eddy Mangopo Angi
Rico Ramadhan
Irawan Wijaya Kusuma
Catur Budi Wiati
Muhammad Taufiq Haqiqi**

POTENSI PEMANFAATAN
Macaranga



**Mulawarman
University PRESS**

POTENSI PEMANFAATAN *Macaranga*

Penulis : Rudianto Amirta
Eddy Mangopo Angi
Rico Ramadhan
Irawan Wijaya Kusuma
Catur Budi Wiati
Muhammad Taufiq Haqiqi

Editor : Kiswanto

ISBN : 978-602-6834-33-1
© 2017. Mulawarman University Press

Edisi : September 2017

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang.
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

Isi di luar tanggung jawab percetakan.

Amirta, R., Angi, E.M., Ramadhan, R., Kusuma, I.W., Wiati, C.B., dan Haqiqi, M.T. 2017. Potensi Pemanfaatan Macaranga. Mulawarman University Press. Samarinda



**Mulawarman
University PRESS**

Penerbit
Mulawarman University PRESS
Gedung LP2M Universitas Mulawarman
Jl. Krayan, Kampus Gunung Kelua
Samarinda - Kalimantan Timur - INDONESIA 75123
Telp/Fax (0541) 747432; Email : mup@lppm.unmul.ac.id

PENGANTAR

Sebagaimana kita ketahui bersama, kawasan hutan di Indonesia dan Kalimantan Timur pada khususnya menyimpan beragam jenis tumbuhan berkayu yang memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi (pionir, *fast growing species*). Beberapa jenis tanaman pionir tersebut diantaranya *Macaranga*, *Homalanthus*, *Artocarpus*, dan *Trema*. Sejauh ini potensi hutan dan biomasa dari jenis-jenis tanaman pionir ini masih belum dapat dimanfaatkan secara ekonomis. Sebagian masyarakat malah beranggapan bahwa jenis-jenis tanaman pionir tersebut adalah gulma yang tidak patut dipertahankan. Ketidaktahuan akan sifat dasar dan fungsi penggunaan dari jenis tanaman pionir ini diyakini sebagai penyebab utama dari belum termanfaatkannya potensi hutan ini.

Tergerak memberikan pemahaman yang lebih baik akan fungsi pemanfaatan dan nilai ekonomis serta sosial yang dapat diperoleh dari salah satu jenis tanaman pionir ini khususnya *Macaranga*, maka dalam buku ini akan dijabarkan beberapa aspek terkait informasi etnobotani *Macaranga*, dilanjutkan potensi pemanfaatannya sebagai bahan obat dan kosmetik, peluang penggunaan biomassa kayu *Macaranga* sebagai penghara energi (listrik), dan peluang sebagai alternatif bahan baku pembuatan lignosulosik bioetanol.

Tim penulis berharap melalui informasi yang tersaji dari buku ini dapat menjadi referensi tambahan bagi para pihak yang tertarik untuk mengenal dan mempelajari lebih jauh jenis-jenis tumbuhan pionir yang banyak tumbuh di hutan tropis Kalimantan, dan juga wilayah lainnya di Indonesia.

Pada kesempatan ini, tim penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam

penyusunan buku ini. Melalui kesempatan ini kami juga mengajak semua pihak yang terkait dengan hutan dan kehutanan beserta hasilnya dapat terus bekerjasama dan memberikan dukungan dalam upaya mengenalkan lebih jauh potensi jenis-jenis tumbuhan pionir beserta aspek-aspek pemanfaatannya guna memberikan manfaat baik secara ekologis, ekonomis dan juga sosial bagi masyarakat.

Samarinda, September 2017

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR FOTO	ix

ETNOBOTANI JENIS-JENIS MACARANGA PADA MASYARAKAT LOKAL KALIMANTAN

Oleh: Eddy Mangopo Angi dan Catur Budi Wiati

A. Pendahuluan	1
B. Struktur Botani <i>Macaranga</i> spp.	5
C. Etnobotani Jenis Macaranga Pada Masyarakat Lokal	21
D. Penutup	32
Daftar Pustaka	34
Foto-Foto	42

POTENSI PEMANFAATAN MACARANGA SEBAGAI BAHAN OBAT DAN KOSMETIK

Oleh: Rico Ramadhan dan Irawan Wijaya Kusuma

A. Pendahuluan	47
B. Konsep Etnofarmakologi	48
C. Kandungan Senyawa Aktif dari Macaranga	50
D. Potensi Bahan Baku Obat	54
E. Potensi Bahan Baku Kosmetik	60
F. Potensi Bahan Pakan Ternak	63
G. Penutup	64
Daftar Pustaka	66

POTENSI PEMANFAATAN MACARANGA SEBAGAI BAHAN BAKU LIGNOSELULOSIK ETANOL DAN LISTRIK BIOMASSA

Oleh: Rudianto Amirta dan Muhammad Taufiq Haqiqi

A. Pendahuluan	69
B. Pertumbuhan dan Produksi Biomassa Macaranga	71
C. Potensi Bahan Baku Lignoselulosik Etanol	73
D. Potensi Penghara Listrik Biomassa	87
E. Penutup	96
Daftar Pustaka	97

PROFIL PENULIS	101
-----------------------------	-----

DAFTAR TABEL

1. Jenis, Habitat, dan Lokasi Penyebaran Macaranga di Asia	17
2. Pemanfaatan Macaranga oleh Masyarakat Lokal Kalimantan	27
3. Investigasi Kandungan Senyawa dari Tumbuhan Macaranga Pada Berbagai Spesies	52
4. Aktivitas Anti-Tirosinase dan Antioksidan 4 Jenis Macaranga	62
5. Aktivitas Anti-Tirosinase dan Antioksidan 3 Jenis Macaranga	63
6. Pertumbuhan dan Potensi Kering Biomassa Macaranga	73
7. Kandungan Kimia Kayu Macaranga	78
8. Rendemen Pulp Kayu Macaranga Setelah Perlakuan Awal Alkali dengan Variasi NaOH 3,4% dan 5,0% Selama 60 Menit	80
9. Kandungan Lignin Pulp Kayu Macaranga Setelah Perlakuan Awal Alkali	80
10. Hasil Sakarifikasi Kayu Macaranga Setelah Perlakuan Awal Alkali Konsentrasi NaOH 3,5% and 5,0% Selama 60 Menit	82
11. Analisis Proksimat Biomassa Kayu Beberapa Jenis Macaranga	92
12. Analisis Ultimat Biomassa Kayu Beberapa Jenis Macaranga	92
13. Sifat Fisik Biomassa Kayu Macaranga	93

DAFTAR GAMBAR

1. Beberapa Jenis <i>Macaranga</i> spp, yakni <i>M. gigantea</i> (Reichb. f. & Zoll.) Müll.Arg, <i>M. tanarius</i> (L.) Müll.Arg dan <i>M. hypoleuca</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg. (Slik et al. 2003)	12
2. Peta Penyebaran Jenis <i>Macaranga</i> spp. di Wilayah Asia Tenggara, Asia Selatan, dan Indochina (Orwa et al. 2009)	14
3. Struktur Senyawa dari <i>Macaranga</i> yaitu Turunan Flavonoid dan Stilbene	51
4. Senyawa Ranting <i>Macaranga indica</i> dan Bioaktivitasnya Sebagai Antikanker (Diujiikan Pada 4 Sel Kanker)	56
5. Senyawa Ranting <i>Macaranga kurzii</i> dan Bioaktivitasnya Sebagai Antikanker (Diujiikan Pada 2 Sel Kanker)	57
6. Senyawa dari Bunga yang Berkembang <i>Macaranga triloba</i> dan Bioaktivitasnya Sebagai Antimalarial	58
7. Senyawa Daun <i>Macaranga tanarius</i> dan Bioaktivitasnya Sebagai Antidiabetes	58
8. Senyawa Daun <i>Macaranga triloba</i> dan <i>M. conifera</i> Serta Bioaktivitasnya Sebagai Penghambat COX-1 and COX-2	59
9. Senyawa Daun <i>Macaranga personii</i> dan Bioaktivitasnya Sebagai Antioksidan	60
10. Perbandingan <i>Macaranga gigantea</i> : (A) Usia 1 Tahun, (B) Usia 2 Tahun dan (C) Usia 3 Tahun (Amirta et al., 2016c)	72
11. Konversi Kimia Lignoselulosa Menjadi Bioetanol (Saka, 2007)	74
12. Variasi Teknologi Pada Proses Produksi Bioetanol (Saka, 2007)	75
13. Pengaruh Proses Pretreatment Terhadap Struktur Lignoselulosa (Modifikasi Mosier, 2005)	76
14. Roadmap Pengembangan Industri Bioetanol Indonesia 2006-2025 (ESDM - Anonim, 2010)	77
15. Resultan Pulp yang Diperoleh dari Perlakuan Awal Alkali Kayu <i>Macaranga</i> Pada Konsentrasi NaOH 3,5% dan 5.0% Pada Suhu 150-170°C Selama 60 Menit : (a) Serat Pulp Kasar dari Delignifikasi dan Fibrilisasi Tidak Sempurna; (b) Serat Pulp Halus dari Delignifikasi dan Fibrilisasi Berjalan Baik	79

16. Reaksi NaOH Terhadap Pemutusan Rantai Lignin (Lin dan Lin, 2002)	79
17. Selulosa Tersusun Atas Rantai Panjang Gula Kayu (Glukosa)...	82
18. Profil HPLC dari Gula Tereduksi Hasil Sakarifikasi Pada Perlakuan Awal Kayu <i>M. hypoleuca</i> dengan Konsentrasi NaOH (a) 3,5% dan (b) 5,0% Pada Suhu 160°C Selama 60 Menit (Amirta et al., 2016a)	83
19. Potensi Produksi Etanol dari Biomassa Kayu Macaranga dari Proses Sakarifikasi Enzimatis dan Perlakuan Awal Pada Konsentrasi NaOH : (a) 3,5% dan (b) 5,0% dan Suhu 150 °C-170°C Selama 60 Menit (Amirta et al. 2016a)	86
20. Proses Konversi Biomassa Menjadi Listrik (Mc.Kendry, 2002b)	89
21. Bentuk Morfologi Daun 6 Jenis Macaranga: (a) <i>M. gigantea</i> , (b) <i>M. hypoleuca</i> , (c) <i>M. pearsonii</i> , (d) <i>M. pruinosa</i> , (e) <i>M. umbrosa</i> , dan (f) <i>M. triloba</i>	90
22. Potensi Energi Beberapa Jenis Biomassa Kayu Macaranga	95
23. Produktivitas Chip Kayu dari Kelompok Macaranga	95

DAFTAR FOTO

1.	Pemanfaatan Kayu Macaranga yang Diraut untuk Hiasan Balai Pertemuan Adat (Foto: Eddy Mangopo Angi)	42
2.	Pemanfaatan Sumberdaya Hutan untuk Hiasan Kerajinan (Foto: Eddy Mangopo Angi)	42
3.	Pemanfaatan Sumberdaya Hutan untuk Kayu Bakar (Foto: Eddy Mangopo Angi)	43
4.	Pemanfaatan Sumberdaya Hutan untuk Pembangunan Lamin Adat (Foto: Eddy Mangopo Angi)	43
5.	Pemanfaatan Sumberdaya Hutan untuk Pembangunan Rumah (Foto: Eddy Mangopo Angi)	44
6.	Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Berupa Pandan Hutan untuk Kerajinan Tikar (Foto: Eddy Mangopo Angi)	44
7.	Hutan Merupakan Sumberdaya Hutan dan Sumberdaya Non Kayu Bagi Masyarakat Sekitarnya (Foto: Eddy Mangopo Angi)	44
8.	Gaharu Merupakan Sumberdaya Hutan Non Kayu (Foto: Eddy Mangopo Angi)	45
9.	Peralatan Musik Kulintang Terbuat dari Kayu Macaranga (Foto: Eddy Mangopo Angi)	45
10.	Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Berupa Kayu untuk Hiasan Tameng (Foto: Eddy Mangopo Angi)	46
11.	Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Berupa Daun untuk Atap Rumah (Foto: Eddy Mangopo Angi)	46

ETNOBOTANI JENIS-JENIS MACARANGA PADA MASYARAKAT LOKAL KALIMANTAN

Oleh: Eddy Mangopo Angi dan Catur Budi Wiati

A. Pendahuluan

Keberadaan sumberdaya hutan sangat penting bagi masyarakat khususnya yang berada di dalam dan sekitar hutan. Pemanfaatan sumberdaya hutan tersebutnya umumnya untuk pemenuhan berbagai kebutuhan hidup dan sumber penghasilan sehari-hari bagi mereka. Hasil studi yang dilakukan Uluk, et.al. (2001); Angi (2001); Sheil, et.al. (2004) melaporkan pemanfaatan sumberdaya hutan oleh masyarakat lokal di Kalimantan diantaranya jenis Ulin (*Eusideroxylon zwageri*), Benggeris (*Koompassia excels*), Gaharu (*Aquilaria beccariana*), dan beberapa jenis *Dipterocarpaceae* (*Shorea macrophylla*, *Shorea pinanga*, *Shorea beccariana*, *Shorea seminis*). Selain itu juga pemanfaatan hasil non kayu (HHBK) hasil studi Pambudhi et.al. (2004); Goloubinoff and R.S. Hoshi (2004); Chen (2004); Youn (2004); Beer (2004); Katz et.al. (2005); Belcher, B.M. (1998); Sunderland and Dransfield (2005), menilai masyarakat lokal memanfaatkan hasil hutan non kayu diantaranya buah-buahan hutan, jamur hutan, burung, serangga, rotan, dan resin atau minyak dari beberapa jenis pohon untuk kehidupan sehari-hari.

Pentingnya hutan bagi masyarakat berdasarkan hasil studi Sheil, et.al. (2004) menunjukkan bahwa besarnya keanekaragaman hayati di hutan dan sangat penting hutan bagi penghuni di sekitarnya. Laporan yang sama disampaikan Wiati dan Angi (2014); Uluk, et.al. (2001); Angi (2001); Sidiyasa, et.al. (2006); Wiati (2011); Angi (2012) bahwa di tingkat masyarakat lokal Kalimantan, pemanfaatan HHBK berupa, Daun Sang

(*Licuala valida*) digunakan untuk membuat topi, Talas Hutan (*Alocasia* sp.) dan umbut Rotan dimanfaatkan untuk sayur-sayuran, berbagai jenis tumbuhan buah-buahan (Durian, Rambutan, Cempedak, dan sebagainya) serta beberapa jenis tumbuhan obat-obatan tradisional. Selanjutnya Awang (2007) menyatakan nilai hutan yang berasal dari komoditi kayu saja sangat kecil (kurang dari 10%) dan sebagian besar justru berasal dari nilai non kayu seperti penyerapan karbon dan pemanfaatan sumberdaya air (90%). Berdasarkan hasil tersebut maka pengelolaan hutan Indonesia dimasa yang akan datang tidak harus bertumpu kepada ekonomi kayu, tetapi pada ekonomi non kayu dalam arti luas.

Lebih spesifik lagi pentingnya tumbuhan dengan jumlah banyak jenis kegunaannya, khusus untuk tumbuhan hutan yang tercatat dalam hasil survei lapangan yang dilaporkan Sheil et.al. (2004); Wiati dan E.M. Angi (2014) pada Sungai Malinau, Provinsi Kalimantan Utara (Kaltara). Sheil et.al. (2014) menyebutkan bahwa terdapat 2.141 pemanfaatan untuk sekitar 1.457 spesies dari jumlah tersebut, dimana 779 jenis berupa pohon, 620 jenis berupa perdu dan pemanjat (*liana*). Laporan keduanya menyebutkan bahwa tipe pemanfaatan sumber daya hutan tersebut berasal masyarakat lokal (suku Dayak Punan, Merap, dan Kenyah) diantaranya untuk makanan, obat-obatan, konstruksi rumah, perahu, peralatan, kayu bakar, anyaman, hiasan, adat, ritual, peralatan berburu dan dijual.

Hasil studi serupa dilaporkan Uluk, et.al. (2001) di sekitar Taman Nasional Kayan Mentarang (TNKM) Kaltara yang menyebutkan masyarakat sangat tergantung pada berbagai jenis tumbuhan hutan. Berdasarkan hasil perhitungan, data tercatat ada sekitar 139-214 jenis hasil hutan yang dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan dalam

kurun waktu 1 (satu) tahun. Hasil hutan tersebut diantaranya sebagai sumber bahan makanan, obat-obatan, bahan bangunan, sumber penghasilan uang tunai, upacara ritual dan kebudayaan.

Sebenarnya pemanfaatan sumber daya hutan tidak terlepas dari kebiasaan dan pengetahuan yang dikumpulkan/diakumulasikan serta dipraktekkan untuk memenuhi kebutuhan hidup oleh suatu komunitas masyarakat selama bertahun-tahun dari generasi ke generasi yang dikenal dengan kearifan lokal (*lokal wisdom*). Dalam tulisannya Collin (1987) yang dikutip Imang dan J.H. Kuen (2005) mendefinisikan bahwa kearifan lokal dalam konteks pemanfaatan sumber daya hutan sebagai suatu kemampuan melakukan tindakan dan mengambil keputusan bijaksana berdasarkan pengetahuan masa lalu yang telah teruji secara alami.

Menurut Keraf dan M. Dua (2001), ilmu pengetahuan adalah produk *enlightenment* dari kebudayaan. Maka pertanyaan kita apakah ilmu pengetahuan dengan sendirinya dapat menghasilkan *enlightened thinking and action* pada manusia modern sekarang ini? Selanjutnya dikatakan bahwa pengetahuan merupakan keseluruhan pemikiran, gagasan, ide, konsep dan pemahaman yang dimiliki manusia tentang dunia dan isinya, termasuk manusia dan kehidupannya. Pengetahuan mencakup penalaran, penjelasan dan pemikiran manusia tentang segala sesuatu termasuk praktek dan kemampuan teknis memecahkan persoalan hidup yang belum dibakukan secara sistematis dan metodis.

Berkaitan kebiasaan dan pengetahuan masyarakat lokal itu, bidang etnobotani menjadi salah satu kajian pengetahuan masyarakat lokal yang bertumpu pada budaya dan tumbuhan (botani). Selanjutnya Aliadi (2001) dan Aliadi (2002) menjelaskan etnobotani mempelajari mengenai hubungan antara manusia dan tumbuhan. Studi ini lebih

memfokuskan aspek sosial ekonomi dan sosial budaya pemanfaatan tumbuhan oleh masyarakat lokal yang dikenal dengan etnobotani. Etnobotani merupakan ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik secara menyeluruh antara masyarakat lokal dengan alam lingkungan yang meliputi pengetahuan sumber daya alam tumbuhan. Etnobotani mengungkapkan sistem pengetahuan tradisional dari suatu kelompok masyarakat atau etnik mengenai keanekaragaman sumber daya alam, konservasi dan budaya.

Selanjutnya mendokumentasikan dan menjelaskan hubungan kompleks antara budaya dan penggunaan tumbuhan yang terfokus bagaimana tumbuhan dapat digunakan, dikelola, dan dipersepsikan pada berbagai lingkungan masyarakat, misalnya dimanfaatkan sebagai makanan, obat-obatan, praktek keagamaan, kosmetik dan sebagainya. Dengan kata lain etnobotani dapat digunakan sebagai salah satu alat untuk mendokumentasikan pengetahuan masyarakat tradisional (Suryadarma, 2008; Martin, 1998). Data yang diperoleh dalam studi etnobotani diharapkan bisa menjembatani pengembangan berbagai spesies tumbuhan ke arah selanjutnya yang bermanfaat.

Studi pemanfaatan sumber daya hutan khususnya jenis-jenis tumbuhan *Macaranga* spp. ini yang berkaitan dengan masyarakat lokal diperlukan untuk mendukung pengelolaan hutan secara lestari melalui kearifan lokal dalam pemanfaatan sumber daya hutan. Selanjutnya laporan Puri (2001); Gonner (2001); Meliki et.al. (2013); Aliadi dan H.S. Roemantyo (1994); Ulul et.al. (1995); Atmoko et.al. (2016); Matius (2004); Wijaya et.al. (2003) menyebutkan hasil studi di Kalimantan khususnya pada masyarakat lokal (suku Dayak) bahwa terdapat sekitar 34 fungsi pemanfaatan jenis-jenis *Macaranga* spp. yang menyebar di seluruh pulau Kalimantan ini. Dalam tulisan ini juga kearifan lokal dalam aspek

etnobotani yang dimaksud adalah kearifan lokal yang dimiliki oleh masyarakat lokal di Pulau Kalimantan sebagai pengguna/pemanfaat jenis-jenis *Macaranga* spp. Tulisan ini bertujuan menginformasikan mengenai aspek etnobotani (sosial ekonomi dan budaya) jenis-jenis *Macaranga* spp. di masyarakat lokal Kalimantan dan aspek botanisnya.

B. Struktur Botani *Macaranga* spp.

1. Deskripsi Tumbuhan

Secara umum marga *Macaranga* termasuk suku Euphorbiaceae. Jenis-jenis macaranga yang tumbuh di hutan sekunder sering disebut dengan Mahang. Jenis macaranga merupakan pohon dengan tinggi mencapai 30 meter dan dianggap sebagai pohon pionir. Laporan studi Romell et. al. (2008) pada hutan sekunder bagian utara Kalimantan menyebutkan bahwa dominasi spesies pionir dari genus *Macaranga* spp. yang tumbuh setelah kegiatan pembukaan hutan (*logging*) dan kebakaran hutan. Hal yang sama dilaporkan Slik (2005) menyebutkan adapula tumbuh bersamaan (asosiasi) dengan jenis-jenis *Mallotus*spp. (*Euphorbiaceae*) tumbuh di tempat terbuka (*open canopy*) dan menjadi tumbuhan pionir. Sementara Mirmanto (2009) mengatakan bahwa genus ini merupakan jenis pionir dan mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap kondisi lingkungan. Sementara studi Onrizal et.al. (2005) genus ini juga ditemukan di hutan kerangas bekas kebakaran di Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS), Kalimantan Barat dengan jenis *M. gigantea*.

Di lapangan, jenis-jenis *Macaranga* spp. secara fisik tumbuh pepagan halus, abu-abu sering mengeluarkan cairan merah terutama pada ranting. Kayu tekstur halus warna putih. Ranting kadang-kadang berongga dan dihuni oleh semut. Tangkai daun panjang, dan menebal

pada bagian ujungnya. Bentuk daun spiral, terkadang besar, helai daun bertulang menyirip dan menjari. Memiliki kelenjar bintik, tepi daun bergigi. Bunga berkelamin tunggal (bunga jantan dan betina berlainan tumbuhan) pada ketiak antara atau di belakang daun dalam tandan pendek (Kesler dan K. Sidiyasa, 1999; Bodegom et.al. 1999).

Selanjutnya didiskripsikan bahwa bunga jantan terdapat daun kelopak 2-4 buah, benang sari 1-20 buah, kepala sari beruang 3 atau 4, kepala putik tidak ada. Dalam bunga betina terdapat kelopak bergigi sangat pendek atau bahkan tidak bergigi. Bakal buah beruang 2 atau 3, tangkai putik panjang atau pendek. Buah kapsul menjangat, halus, bertanduk atau berduri panjang. Sering berlapis dengan lapisan lilin kekuningan, merekah menjadi bagian-bagian beruang ganda dan bertemu pada suatu tigo pusat. Biji bewarna hitam, kadang-kadang bersalut merah. Dilaporkan bahwa ada sekitar 47 jenis dari marga *Macaranga* bisa dijumpai di Kalimantan. Kebanyakan jenis *Macaranga* spp. tumbuh hanya dalam hutan sekunder, tempat mereka membentuk tegakan murni (Kesler dan K. Sidiyasa, 1999; Bodegom et.al. 1999). Hasil studi Putri et.al. (2014) menyebutkan bahwa beberapa jenis *Macaranga* spp. melakukan simbiosis dengan beberapa jenis serangga. Serangga itu hidup di rongga-rongga ranting dari jenis-jenis macaranga tersebut.

Beberapa genus *Macaranga* spp. yang ditemukan berdasarkan hasil studi yang dilakukan di beberapa tempat menunjukkan perbedaan, baik dari aspek tempat tumbuh, lokasi, asosiasi dan aspek ekologis lainnya, yang diinformasikan secara rinci sebagai berikut:

a. *Macaranga conifera* (Zoll.) Müll.Arg.

Dikenal dengan nama *Sange-sange* dan Sepu, banyak ditemukan di hutan sekunder dan beberapa di hutan primer. Penyebaran jenis ini pada Semenanjung Malaya, Sumatera dan Kalimantan. Laporan Kesler

dan K. Sidiyasa (1999) dan Bodegom et.al. (1999) menjelaskan bahwa jenis *M. conifera* merupakan pohon, tinggi antara 8-15 m dan diameter mencapai 40 cm. Pegangan bewarna abu-abu keputihan, dan halus. Daun berbentuk bundar telur hingga menjorong, tidak bercuping dengan panjang mencapai 8-12 cm, lebar 4-5 cm, pangkal membaji, ujung melancip. Sementara tepi daun rata, bertulang 3, dengan jumlah tulang daun 7-8 pasang, gundul dan permukaan bawah daun berlapis lilin kebiruan, terdapat kelenjar berbintik. Tangkai daun panjang 5-7 cm, dengan garis tengah 1,5 mm dengan perbungaan di ketiak. Laporan Bodegom et.al. (1999); Keßler dan Sidiyasa (1999); Slik (2005); Bischoff et.al. (2005), jenis *M. conifera* ini tumbuh di dalam hutan sekunder, kadang-kadang juga ditemukan di hutan primer, hutan bekas kebakaran, sepanjang jalan hutan campuran *Dipterocarpaceae* bekas tebangan (*logging*).

b. *Macaranga lowii* King ex Hook.f.

Dikenal secara umum dengan nama *Mahang Jarum*. Jenis *M. lowii* merupakan pohon dengan tinggi mencapai 25 m dan diameter sekitar 60 cm. Sering disebut juga sebagai jenis pionir yang tumbuh di hutan terbuka, terganggu dan bekas terbakar. Daun menjorong hingga melonjong dengan panjang 6-9 cm, diameter 3-4 cm. Pangkal mirip daun telinga, berkelenjar 2, ujung runcing, tulang daun di bawah permukaan daun berbulu balig halus, kusam, dengan tulang daun menyirip, tulang daun sekunder berjumlah 9-10 pasang. Tangkai daun panjang 2-3 cm dengan buah berduri lebat. Jenis ini banyak ditemukan di lereng dan punggung bukit hutan *Dipterocarpaceae*. Penyebarannya meliputi Indocina, Hainan, Thailand, Semenanjung Malaya, Sumatera (Sumatera Utara) Kalimantan (Kalimantan Timur), dan Filipina. Sementara untuk jenis varian *kostermansii* Airy Shaw, Kew Bull. 23

(1969) 107 dideskripsikan sebagai pohon dengan ketinggian mencapai 20 m dan daun seluruhnya gundul, mengkilap. Habitat dan ekologi pada hutan primer lahan pamah, tanah lempung berpasir dan lokasi penyebarannya di Kalimantan (Kesler dan K. Sidiyasa, 1999; Bodegom et.al., 1999; Slik, 2005; Sidiyasa, 2009; Kuswanda dan B.S. Antok, 2008; Simbolon et.al. 2003). Laporan hasil studi Kuswanda dan B.S. Antok, 2008 menemukan *Sitarak (M. lowii)* di Taman Nasional Batang Gadis (TNBG) di Pegunungan Bukit Barisan Sumatera Bagian Utara dengan kondisi tapak hutan sekunder, zona rimba dan lahan kritis.

c. *Macaranga bancana* Müll. Arg.

Jenis pohon *M. bancana* dengan ketinggian mencapai 16 meter, terdapat ruas-ruas pada batang dengan lubang untuk semut. Daun penumpu luruh, bersegitiga, terlengkung balik membentuk lubang diantara batang dan daun penumpu. Tangkai daun menggimbal hijau hingga merah/ungu. Helaian membundar telur menjadi menggembung, bercuping 3 setelah rata-rata 10 daun mengutuh. Pangkal rompong sampai menjantung, beberapa daun pertama tidak memerisai, lalu yang lain memerisai. Tepi daun beringgitan sampai bergigi, berkelajak, reembang melancip sampai berekor, urat pada pangkal 3, tulang tengah agak menonjol, urat daun sekunder sekitar 3-8, helaian gundul, agak menggimpal pada urat daun, hijau tua sampai merah (ungu)> Kelenjar pada helaian daun atas tidak ada, kelenjar pada helaian daun banyak, kelenjar pada tepi daun ada. Ruas kadang-kadang dengan lubang untuk semut. (Bodegom et.al. 1999). Habitatnya sering ditemukan di sepanjang jalan di hutan sekunder dan di area sekunder di dalam hutan primer, hutan bekas tebangan. Penyebarannya meliputi Kalimantan Timur, Malaysia, dan Thailand (Bodegom et.al., 1999; Maschwitz et.al., 2004; Slik, 2005; Phillips et.al., 2002).

d. *Macaranga gigantea* (Reichb.f. & Zoll.) Müll. Arg.

Jenis *M. gigantea* adalah spesies pionir yang tumbuh cepat di hutan hujan tropis sekunder, dan melimpah di hutan *Dipterocarpaceae* campuran terbuka setelah kegiatan perladangan. Dikenal dengan nama *Merkubung*, *Tutup Gede*, *Kayu Kecubung*, *Simbar Kubang*, *Sangkubang*, *Serkubung*, *Mawenang*, *Mahawenang*, *Kagurangan*, *Same* dan *Tula-tula*. Selain itu pula *M. gigantea* merupakan spesies indikator penting dari pohon di hutan sekunder muda dan sekunder tua. Ketika spesies yang ditemukan dominan dan tumbuh dengan baik di daerah tertentu, itu menunjukkan bahwa tanah daerah tersebut cukup subur untuk kegiatan perladangan berikutnya. Selain itu pula secara umum spesies *M. gigantea* digunakan sebagai indikator untuk adanya gangguan berupa kerusakan hutan karena kebakaran, kegiatan penebangan hutan, dan perladangan (Putri et.al. 2014; Kesler dan K. Sidiyasa, 1999; Bodegom et.al. 1999).

Jenis *M. gigantea* belum dibudidayakan dan informasi mengenai tahapan pengembangan bunga dan perkecambahan biji di dalam, serta proses perkembangan bibit di alam masih sangat terbatas informasi. Hasil studi Nussbaum et.al. (1995) di *Ulu Segama Forest Reserve* dari konsesi Yayasan Sabah pada Timur Sabah, Malaysia, menyebutkan bahwa *M. gigantea* tumbuh bersamaan di hutan terbuka dengan jenis *Shorea leprosula* (*Dipterocarpaceae*). Selain itu, terdapat pula diantara *Dryobalanops lanceolata* (*Dipterocarpaceae*) dan *Shorea leprosula* diantara pionir *Macaranga hypoleuca*. Laporan Bodegom et.al. (1999); Slik (2005); Nussbaum et.al. (1995); Phillips et.al. (2002); Bischoff et.al. (2005); Kuswanda dan B.S. Antok (2008) menyebutkan spesies ini penyebarannya di wilayah Malesia meliputi Thailand, Semenanjung Malaysia, Sumatera (Selatan dan Utara), Burma, Borneo

(Serawak, Brunei Darusalam, Sabah, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara), Sulawesi.

Di lapangan, daun dideskripsikan terdapat daun penumpu luruh lambat sampai berkajang, membundar telur sampai bersegitiga, tegak, memisai, warna hijau sampai coklat. Tangkai daun memisai, bewarna hijau. Helaian membundar telur, mengutuh, tetapi menjadi bercuping 3 (mendangkal), pada stadia pohon muda atau yang lebih tua, pangkal menjantung, beberapa daun tidak memisai, rembang berekor, urat daun pada pangkal 3, tulang daun tengah agak menonjol, urat daun sekunder 3-6, helain atas memisai, hijau. Helain bawah gundul tetapi memisai pada urat daun, warna hijau muda sedikit merah. Kelenjar pada pangkal helaian daun atas, tidak berbatasan tempat tangkai daun, 2-4 membundar, kelenjar pada helaian daun bawah banyak, kelenjar pada tepi daun tidak ada. Daun penumpu berkanjang, sangat jelas, dimulai coklat sampai hitam kemudian mati (Bodegom et.al., 1999).

e. *Macaranga hypoleuca* (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.

Pohon dengan tinggi sampai 30 meter, hidup didalam hutan bekas kebakaran, kadang ditemukan juga di jalan sepanjang jalan hutan campuran Dipterocarpaceae bekas tebanan serta pada areal sekunder di hutan primer. Penyebaran lokasi meliputi Kalimantan Timur, Thailand, Malaysia (Sabah) (Bodegom et.al. 1999; Maschwith et.al. 2004; Slik, 2005; Nussbaum et.al., 1995; Phillips et.al., 2002; Bischoff et.al., 2005). Deskripsi dilapangan, daun penumpu luruh, bersegitiga menyempit, tegak sampai menjalar, menggimbal sampai gundul, hijau sampai merah. Tangkai daun menggimbal sampai gundul, hijau sampai merah. Helaian daun membundar telur, menjadi dangkal bercupang 3 setelah sekitar 12-13 daun mengutuh. Pangkal menjantung

sampai membundar, beberapa daun pertama tidak memerisai, lalu yang lain memerisai, tepi daun beringgitan sampai bergigi, berkelajak sampai gundul, rembang meruncing sampai berekor, urat pada pangkal 3, tulang tengah menonjol di atas dan datar di bawah, urat sekunder 4-6, helaian gundul, tetapi agak menggimbal di urat, keabu-abuan, hijau sampai merah. Kelenjar pada helaian daun atas beberapa kelenjar pada helaian daun bawah banyak, kelenjar pada tepi daun ada. Ruas kadang-kadang dengan lubang untuk semut (Bodegegom et.al. 1999).

f. *Macaranga tanarius* (L.) Müll. Arg.

Pohon dengan tinggi mencapai 15 meter, dengan ruas-ruas yang berlubang untuk semut. Jenis ini banyak hidup di dalam hutan bekas tebangan, bekas terbakar, dan kadang-kadang sepanjang jalan, serta di kerangas sekunder. Dikenal di daerah dengan nama *Mara, Madau, Same, Karahan, tutup, Tutup Ancur, Totop Lakek, Dahan, Hanuwa, Hinan, Lama, Lingkobong, Singkobong*. Jenis *M. tanarius* merupakan pohon penyusun hutan sekunder yang menghasilkan kayu ringan untuk membuat papan, kayu bakar, dan juga bahan obat-obatan tradisional. Lokasi penyebaran jenis ini meliputi wilayah Kalimantan Timur, Malaysia, dan Thailand (Bodegom et.al. 1999; Slik, 2005; Romell et.al. 2009; Phillips et.al., 2002; Bischoff et.al., 2005).

Deskripsi daun *M. tanarius* terdapat daun penumpu luruh, membundar telur, tegak, menggimbal, warna kuning sampai hijau. Tangkai daun menggimbal sampai memisai, warna hijau muda sampai tua hingga coklat dan merah. Helaian membundar telur, mengutuh, pangkal menjantung sampai membudar, pada daun pertama tidak memerisai, kemudian yang lainnya memerisai, tepi daun beringgitan sampai bergigi, berkelajak sampai gundul, rembang meruncing sampai berekor. Urat pada pangkal daun 3, tulang tengah agak menonjol, urat

sekunder 4-8, helaian atas memisai, warna hijau, helaian bawah gundul tetapi memisai pada urat daun, tidak keabu-abuan, warna hijau muda. Kelenjar pada bagian pangkal di helaian atas, tidak berbasatan dengan tempat tangkai daun 2, kelenjar pada bagian bawah banyak, kelenjar pada tepi daun tidak ada (Bodegom et.al. 1999).



Gambar 1. Beberapa Jenis *Macaranga* spp, yakni *M. gigantea* (Reichb.f. & Zoll.) Müll.Arg, *M. tanarius* (L.) Müll.Arg dan *M. hypoleuca* (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg. (Slik et al. 2003)

2. Habitat dan Penyebaran

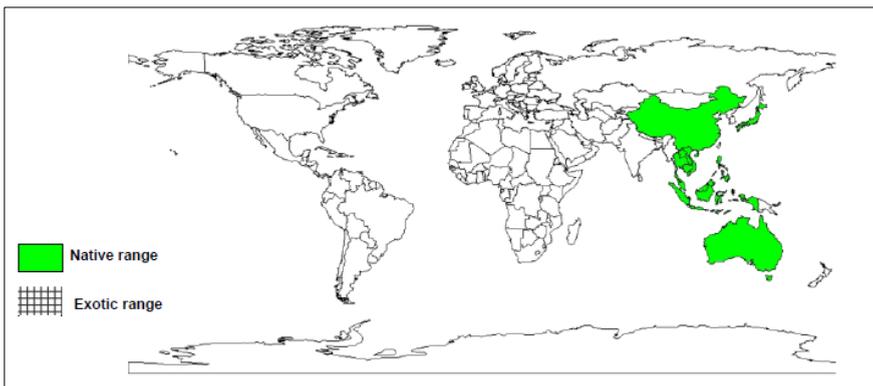
Jenis-jenis *Macaranga* spp. (*Merkubung*, *Mara*, *Mahang*, dan lain-lain) tersebar di kawasan Malesia, mencakup Thailand, Burma sampai dengan ke wilayah Malaysia, Sumatera dan Borneo (Serawak, Brunei, Sabah, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, dan Kalimantan Selatan), dan Sulawesi. Penyebaran juga meliputi wilayah Andaman, Taiwan, dan Filipina (Bodegom et.al., 1999; Kesler dan K. Sidiyasa, 1999; Slik, 2005; Romell et.al. 2009; Phillips et.al., 2002; Bischoff et.al., 2005). Laporan hasil studi Maschwitz et.al. (2004) menyebutkan bahwa penyebaran yang berada di wilayah Thailand bagian selatan ditemukan jenis-jenis *M. bancana*, *M. hypoleuca*, *M. griffithiana* yang menyebar dan berasosiasi dengan *Camponatus markli*. Sementara untuk jenis *M. griffithiana* ditemukan juga di wilayah Peninsula, Malaysia.

Di lain sisi, proses suksesi di hutan sekunder dan hutan tropis mengalami perubahan dimana jenis-jenis pionir mendominasi tutupan hutan yang ada. Di hutan dataran rendah campuran *Dipterocarpaceae* di Kalimantan bagian timur dari kegiatan pembukaan hutan (*logging*) dan kebakaran hutan telah terbangun kanopi-kanopi dominan dari jenis-jenis pionir diantaranya genus macaranga (*Euphorbiaceae*) yang menyusun tegakan baru. Setelah terjadinya kebakaran besar hutan di Kalimantan Timur (Kaltim) tahun 1982/1983, jenis *M. gigantea* dan *M. triloba* secara bersamaan tersebar dan menutupi kesenjangan kanopi-kanopi di hutan yang hancur habis terbakar. Diperkirakan bahwa biji-biji *M. gigantea* dan *M. triloba* terkubur dalam tanah sebelum kebakaran hutan dan kemudian berkecambah setelah kebakaran hutan selesai (Rommel et.al. 2009; Bischooff et.al. 2005). Menurut Bischooff et.al. (2005) proses suksesi terjadi dari kegiatan pembukaan hutan (*logging*) di hutan *Dipterocarpaceae* memunculkan beberapa genus, salah satunya adalah genus Macaranga (*Euphorbiaceae*) dengan jenis-jenis seperti *M. gigantea*, *M. hypoleuca*, *M. conifera*, *M. triloba*, dan *M. winkleri* dengan kerapatan di atas 10 cm dbh.

Jenis *M. gigantea* yang ditemukan di Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sabah, Malaysia, Burma, Semenanjung Malaysia, Sumatera (Selatan dan Utara), Serawak, Brunei Darussalam, Sulawesi tumbuh di dataran rendah. Tumbuh sebagai jenis pionir setelah hutan alam/primer dilakukan penebangan. Jenis ini dapat tumbuh di hutan sekunder tua bahkan hutan primer. Pertumbuhannya cepat, wilayah terbuka dan hutan *Dipterocarpaceae* dalam 6 (enam) bulan tingginya mencapai 5-6 m hingga ketinggian 600 m dpl. Habitatnya juga ditemukan di pinggir bukit berbatu dan tanah liat (Nussbaum et.al., 1995; Bodegom et.al.,

1999; Phillips et.al., 2002; Bischoff et.al., 2005; Slik, 2005; Kuswanda dan B.S. Antok, 2008).

Sementara jenis *M. tanarius* merupakan jenis-jenis penyusun pohon hutan sekunder. Habitat penyebarannya dari Kepulauan Andaman, Malaya, Sumatera, Jawa, Kalimantan (Kalimantan Timur), Thailand, Indochina, Taiwan, Australia Utara dan Melanesia. Tumbuh dari dataran rendah sampai ketinggian 2.440 m dpl. Tumbuh dekat dengan *Dipterocarpaceae*, dekat pantai hingga pegunungan. Tumbuh juga di belukar muda (hutan sekunder muda), tepi hutan primer yang terganggu dekat hutan payau dengan tegakan Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*). Dapat juga tumbuh di tanah subur, kapur, berbatu dan pasir koral (Bodegogom et.al., 1999; Maschwith et.al., 2004; Slik, 2005; Romell et.al., 2009; Phillips et.al., 2002; Bischoff et.al., 2005; Bischoff et.al., 2005; Wikipedia, 2017b).



Gambar 2. Peta Penyebaran Jenis *Macaranga* spp. di Wilayah Asia Tenggara, Asia Selatan, dan Indochina (Orwa et al. 2009).

Jenis *M. triloba* tersebar dari Semenanjung Malaya, Malaysia (Sabah) Thailand, Sumatera (Bangka, Sumatera Utara), Jawa (Jawa Barat), Filipina (Palawan, Sulu), Kalimantan Timur. Habitat dan ekologi banyak ditemukan di hutan bekas tebangan, hutan sekunder, hutan-

hutan *Dipterocarpaceae* tanah kering, tepi-tepi hutan rawa dengan kerapatan yang tinggi (Bodegegom et.al., 1999; Maschwith et.al., 2004; Slik, 2005; Romell et.al., 2009; Phillips et.al., 2002; Bischoff et.al., 2005, Mirmanto, 2014; Mirmanto, 2009).

Selain itu pula dapat tumbuh dengan berbagai macam kondisi tempat tumbuh, diantaranya hutan *Dipterocarpaceae* tanah kering, tepi-tepi hutan rawa, dan mampu hidup dalam kondisi hutan-hutan yang mengalami kemarau secara periodik. Laporan hasil studi Putri et.al. (2014) menjelaskan jenis-jenis *M. gigantea*, *M. bancana*, dan *M. depressa* merupakan jenis-jenis macaranga yang dapat bersimbiosis mutualisme dengan semut dalam hal ini golongan *Crematogaster* dan *Decacrema*. Tumbuhan ini menyediakan ruang berupa rongga di dalam ruas-ruas ranting (*domatia*) untuk dihuni semut. Selain itu juga *Mahang* dapat menghasilkan nutrisi (*food body*) untuk makanan semut yang diproduksi pada penumpu yang melengkung.

Pada beberapa lokasi studi telah ditemukan tingkat kehadiran jenis-jenis macaranga yang hadir di beberapa bekas-bekas ladang dan juga kebun rotan. Hasil studi Syahirsyah (1999); Matius (2004); dan Sardjono et.al. (1997) dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pertama, hasil studi Syahirsyah (1999) di bekas-bekas ladang suku Dayak Kenyah dengan lokasi Apau Ping, hulu sungai Bahau, Malinau Kaltara telah menemukan jenis *M. triloba*. Jenis ini ditemukan pada tingkat pohon untuk kelas *Bekan Mbau* pada pohon-pohon berkayu sudah dominan dan lengkap. Terdapat 3 (tiga) fase pertumbuhan yaitu tingkat semai, belta dan pohon. Pada kondisi ini vegetasi penutup tanah semakin sedikit dan jarang dijumpai. Tingkat suksesi ini berumur antara 7-25 tahun setelah kegiatan perladangan. Selain itu pula jenis *M. triloba* juga hadir untuk kelas *Bekan Bu'ut* yang

hanya tingkat semai dan belta. Pada kelas ini didominasi jenis-jenis pohon pada ketinggian antara 6-8 m. Jenis-jenis perdu dan vegetasi penutup tanah semakin menyusut akibat bertambahnya naungan penutupan tajuk dan masih banyak terdapat pada bagian tajuk dengan umur 3-7 tahun;

Kedua, hasil studi di suku Dayak Benuaq di Kampung Muara Bomboy wilayah tengah sungai Kedang Pahu, Kutai Barat ditemukan komunitas *M. gigantea* terdapat pada kebun rotan berumur sekitar 15 tahun dengan perlakuan ringan pada tapak perbukitan, yang dapat digolongkan dalam komunitas hutan sekunder muda. Jenis *M. gigantea* merupakan pohon pionir yang berukuran sedang yang membentuk sub tingkat utama dalam kebun rotan. Jenis ini umumnya terdapat pada daerah yang mengalami gangguan dengan kondisi tanah masih relatif subur seperti hutan sekunder muda bekas kegiatan perladangan berpindah, hutan bekas kebakaran dan bekas tebangan (Matius, 2004);

Ketiga, jenis macaranga ada ditemukan di bekas-bekas ladang suku Dayak Benuaq/Tuayan di kampung Temula dan Dempar di sungai Nyuatan, Kutai Barat. Pada bekas-bekas ladang ini ditemukan jenis *Mahang* (*Macaranga* sp.) pada kelas lahan *Kurat Tuha* (*Batekng*) dan *Kurat Ure*. *Kurat Tuha* yang merupakan suksesi sekunder bekas ladang dengan umur lahan antara 5-15 tahun setelah kegiatan perladangan. Sedangkan *Kurat Ure* merupakan suksesi yang terjadi setelah ladang ditinggalkan kurang dari 5 tahun setelah kegiatan perladangan dengan vegetasi yang hadir tingkat tiang dan pancang (Sardjono et.al. 1997).

Dari ketiga hasil studi di atas menunjukkan bahwa jenis-jenis Macaranga yang selama ini ditemukan hanya pada bekas tebangan (*logging*), sepanjang jalan *logging/sarad*, hutan sekunder yang terbuka, hutan bekas terbakar, dan bawah tajuk hutan primer *Dipterocarpaceae*,

ternyata juga ditemukan di bekas ladang masyarakat suku Dayak yang ada di Kalimantan. Tabel di bawah ini menjelaskan jenis, habitat dan ekologi, lokasi penyebaran jenis-jenis *Macaranga* spp di wilayah Asia Tenggara, Asia Selatan, Indochina, dan Australia.

Tabel 1. Jenis, Habitat, dan Lokasi Penyebaran *Macaranga* di Asia

No.	Jenis <i>Macaranga</i>	Habitat	Penyebaran	Sumber
1.	<i>M. aetheadenia</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah	Kalimantan	Sidiyasa (2015)
2.	<i>M. anceps</i> Airy Shaw ssp. <i>Puncticulata</i> Whitmore	Hutan lahan pamah	Serawak	
3.	<i>M. bancana</i> Müll.Arg.	Sepanjang jalan di hutan sekunder dan hutan primer, hutan bekas tebangan	Kaltim, Thailand, Malaysia	Bodegegom et.al. (1999); Maschwitz et.al. (2004); Slik (2005); Phillips et.al. (2002).
4.	<i>M. beccariana</i> Merr.	Hutan lahan pamah hingga ketinggian 900 m	Kalimantan, Sabah Malaysia, Kaltim	Sidiyasa (2015); Romell et.al. (2009); Slik (2005).
5.	<i>M. brachythyrsa</i> Pax & Hoffm.	Hutan kerangas	Kalimantan	
6.	<i>M. brevipetiolata</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah	Kalimantan	
7.	<i>M. calcicola</i> Airy Shaw var. <i>Calcifuga</i> Whitmore	Hutan lahan pamah	Sarawak	
8.	<i>M. conifera</i> (Zoll.) Müll.Arg.	Hutan bekas kebakaran, sepanjang jalan hutan <i>Dipterocarpaceae</i> bekas tebangan, hutan sekunder, terkadang di hutan primer	Semenanjung Malaya, Sumatera, Kalimantan, Sabah Malaysia, Kaltim	Bodegegom et.al. (1999); Kepler dan Sidiyasa (1999); Slik (2005); Bischoff et.al. (2005).
9.	<i>M. costulata</i> Pax & Hoffm.	Hutan pegunungan hingga ketinggian 1800m	Kalimantan	Sidiyasa, (2015); Maschwith et.al. (2004). Slik (2005).
10.	<i>M. denticulata</i> (Blume) Müll. Arg.	Hutan sekunder	Asia Timur, Kamboja, Indonesia, Thailand, Bangladesh, India, China, Nepal, Laos, Malaysia, Kepulauan Andaman & Nicobar	
11.	<i>M. depressa</i> (Muell.Arg.) Muell.Arg.forma <i>depressa</i> Whitmore	Hutan sekunder	Kalsel	
12.	<i>M. depressa</i> (Muell.Arg.) Muell.Arg.forma <i>glabra</i> Whitmore	Hutan sekunder	Sabah	
13.	<i>M. depressa</i> (Muell.Arg.) Muell.Arg.forma <i>strigosa</i> Whitmore	Hutan bekas kebakaran dan hutan bekas tebangan	Kaltim	
14.	<i>M. eloba</i> Pax & Hoffm.	Hutan pegunungan	Kalimantan	
15.	<i>M. endertii</i> Whitmore	Hutan lahan pamah	Sarawak, Kaltim	
16.	<i>M. fulva</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah	Kaltim	
17.	<i>M. gigantea</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Hutan bekas kebakaran dan hutan campuran <i>Dipterocarpaceae</i> , sepanjang jalan dan area sekunder di hutan primer sebagai pionir, di tepi bukit berbatu dan tanah liat.	Kaltim, Kalbar, Kalsel, Kalteng, Sumsel, Sumut, Sabah, Burma, Semenanjung Malaysia, Serawak, Brunei, Sulawesi	
18.	<i>M. gossypifolia</i> Pax & Hoffm.	Hutan sekunder	Kalimantan	Sidiyasa (2015) Maschwith et.al. (2004).
19.	<i>M. griffithiana</i> Müll. Arg.	Hutan yang terdegradasi, sepanjang sungai hutan primer, hutan rawa	Penisula, Malaysia, Kamboja, Thailand, Laos, Vietnam, Singapura, Sumatera	

No.	Jenis Macaranga	Habitat	Penyebaran	Sumber
20.	<i>M. glandibracteolata</i> S.J. Davies	Hutan lahan pamah	Kalimantan	
21.	<i>M. havilandii</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah	Sarawak	
22.	<i>M. hullettii</i> King ex Hook.f. ssp. <i>Boorneensis</i> Whitmore	Hutan lahan pamah hingga hutan pegunungan, hutan bekas tebangan	Sarawak, Sabah, Kalimantan, Kaltim	Sidiyasa (2015); Bodegegom et.al. (1999); Maschwith et.al. (2004); Slik (2005).
23.	<i>M. hosei</i> King ex Hook.f.	Hutan bekas tebangan, lahan terbuka, hutan primer, hutan pegunungan	Peninsular, Malaysia, Kaltim, Sumut, Thailand	Maschwith et.al. (2004), Slik (2005); Kuswanda dan B.S. Antok (2008).
24.	<i>M. hypoleuca</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll.Arg.	Hutan bekas kebakaran, sepanjang jalan hutan <i>Dipterocarpaceae</i> bekas tebangan dan di area sekunder di hutan primer	Kaltim, Sumut, Thailand, Sabah, Malaysia	Bodegegom et.al. (1999); Maschwith et.al. (2004); Slik (2005); Nussbaum et.al. (1995); Phillips et.al. (2002); Bischoff et.al. (2005); Mirmanto (2009).
25.	<i>M. kinabaluensis</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah hingga hutan pegunungan	Sabah, Malaysia	Sidiyasa (2015); Slik (2005).
26.	<i>M. kingii</i> Hook.f. var. <i>platyphylla</i> Airy Shaw	Hutan bekas terbuka	Sarawak, Malaysia	
27.	<i>M. lamellata</i> Whitmore	Hutan lahan pamah	Kalimantan, Sabah, Kaltim	
28.	<i>M. lowii</i> King ex Hook.f. dalam Hook.f. Fl.Brit. India 5	Banyak ditemukan di lereng dan punggung bukit hutan <i>Dipterocarpaceae</i> primer lahan pamah, hutan primer pegunungan	Indocina, Hainan, Thailand, Semenanjung Malaka, Borneo, Sumatera Utara, Filipina, Kaltim	Sidiyasa (2015); Keßler dan Sidiyasa (1999); Slik (2005); Sidiyasa (2009); Kuswanda dan B.S. Antok (2008); Simbolon et.al. (2003)
29.	<i>M. lowii</i> King ex Hook.f. var. <i>kostermansii</i> Airy Shaw	Hutan primer pamah, tanah lempung berpasir	Kalimantan, Kaltim	
30.	<i>M. motleyana</i> (Müll.Arg.) Müll. Arg.	Hutan bekas tebangan/ terbakar, sepanjang jalan di hutan <i>Dipterocarpaceae</i> bekas tebangan dan area sekunder di hutan primer	Kaltim	Bodegegom et.al. (1999); Slik (2005).
31.	<i>M. pearsonii</i> Merr.	Hutan lahan pamah hingga ketinggian 1.200 m dan sepanjang jalan di hutan bekas tebangan/ terbakar, area sekunder di hutan primer	Sabah, Kalimantan, Kaltim	Sidiyasa, (2015); Bodegegom et.al. (1999); Slik (2005).
32.	<i>M. petanostyla</i> Airy Shaw	Hutan pegunungan hingga ketinggian 1.200 m	Sabah, Kalimantan	Sidiyasa (2015).
33.	<i>M. praestans</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah hingga ketinggian 1.200 m	Sarawak Brunei Darussalam	
34.	<i>M. pruinosa</i> (Miq.) Müll. Arg.	Hutan bekas kebakaran, hutan bekas tebangan	Kaltim, Malaysia, Sumut, Thailand	Bodegegom et.al. (1999); Maschwith et.al. (2004); Slik (2005); Phillips et.al. (2002); Mirmanto (2009).
35.	<i>M. puberula</i> Heine	Hutan pegunungan hingga ketinggian 1.800 m	Sabah	Sidiyasa, (2015); Slik (2005).
36.	<i>M. puncticulata</i> Gage.	Hutan rawa, daerah terbuka	Peninsular, Malaysia Barat, Sumatera, Kalimantan	
37.	<i>M. rarisipina</i> Whitmore	Hutan lahan pamah	Sarawak, Kaltim	
38.	<i>M. repando-dentata</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah	Kalimantan, Kaltim	

No.	Jenis <i>Macaranga</i>	Habitat	Penyebaran	Sumber
39	<i>M. recurvate</i> Gage.	Daerah terbuka, hutan rawa	Peninsular, Malaysia, Kaltim, Kalteng, Sarawak, Brunei, Sabah	
40.	<i>M. rostrata</i> Heine	Hutan lahan pamah hingga hutan pegunungan	Sarawak, Sabah	
41.	<i>M. sarcocarpa</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah	Sarawak	
42.	<i>M. semilglobosa</i> J.J.Sm.	Hutan bekas tebangan	Kaltim	
43.	<i>M. siamensis</i> S.J. Davies	Hutan terbuka, bekas tebangan	Malaysia, Thailand	
44.	<i>M. strigosissima</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah	Sarawak, Kalbar	
45.	<i>M. tanarius</i> (L.) Müll. Arg.	Hutan bekas tebangan yang terbakar, sepanjang jalan, kerangas sekunder, hutan <i>Dipterocarpaceae</i> terdegradasi, dekat pantai, disepanjang sungai pasang surut, belukar muda, dekat hutan payau.	Kaltim, Malaysia, Thailand, Kepulauan Andaman, Sumatera, Jawa, Indochina, Taiwan, Australia Utara, Melanesia, Asia Selatan.	Bodegogom et.al. (1999); Maschwith et.al. (2004); Slik (2005); Romell et.al. (2009); Phillips et.al. (2002); Bischoff et.al. (2005); Mirmanto (2014); Mirmanto (2009).
46.	<i>M. trichocarpa</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Di dalam hutan sekunder bekas kebakaran, kadang-kadang juga sepanjang jalan, di area sekunder di dalam hutan primer, dan juga di kerangas sekunder	Kaltim	
47.	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Hutan bekas tebangan, hutan sekunder, hutan-hutan <i>Dipterocarpaceae</i> tanah kering, tepi-tepi hutan rawa	Sabah, Malaysia, Kaltim, Semenanjung Malaya, Thailand, Sumatera (Bangka), Jawa Barat, Filipina (Palawan, Sulu).	
48.	<i>M. trachyphylla</i> Airy Shaw	Hutan lahan pamah	Sarawak, Brunei	Sidiyasa (2015).
49.	<i>M. winkleri</i> Pax & Hoffm.	Hutan lahan pamah hingga hutan pegunungan pada ketinggian 1.800 m, di hutan bekas tebangan, sepanjang sungai/jalan	Kalimantan, Kaltim, Sabah Malaysia	Sidiyasa (2015); Bodegogom et.al. 1999; Romell et.al. (2009); Slik (2005); Bischoff et.al. (2005).
50.	<i>M. winkleriella</i> Whitmore	Daerah berbatu kapur	Sarawak, Sabah Malaysia	Sidiyasa (2015); Bischoff et.al. (2005).

3. Silvikultur

Budidaya *Macaranga* spp. biasanya dengan cara memperbanyak menanam biji dan cara lain belum pernah digunakan. Secara alami di alam, perkembangbiakan *Macaranga* spp. dengan bantuan angin dan selanjutnya biji-biji yang halus tersebar, dan tumbuh di berbagai tempat. Untuk jenis *M. tanarius* dapat tumbuh di tempat dengan iklim dan jenis tanah yang beragam. Tumbuhan ini jarang mati walaupun di musim kemarau ataupun dahannya dipotong. Sementara jenis *M. gigantea* sebagai tumbuhan pionir setelah hutan primer ditebang, tumbuh bergerombol di wilayah terbuka. Sedangkan *M. triloba* dapat

tumbuh dengan macam kondisi habitat tempat tumbuh, termasuk di dalamnya di hutan *Dipterocarpaceae* tanah kering, tepi hutan rawa dan mampu juga hidup pada musim kemarau secara berkala (Bodegom et.al. 1999). Laporan hasil studi Mirmanto (2014) di Taman nasional Gunung Halimun-Salak (TNGHS) *M. triloba* ditemukan paling dominan dan dengan kerapatan yang tinggi.

Secara khusus ada beberapa jenis *Macaranga* spp. juga hidup bersama (*asosiasi*) dengan beberapa jenis dari marga *Dipterocarpaceae* yang hidup di hutan dataran rendah. Laporan hasil studi King et.al. (2006) melaporkan di Peninsular Malaysia, bahwa di hutan dataran rendah *Dipterocarpaceae* terdapat pertumbuhan dan kematian jenis pionir diantaranya genus macaranga yang tumbuh dan mati dibawah tegakan *Dipterocarpaceae*. Selanjutnya studi Rommel et.al. (2009) di Negara Bagian Sabah, Kalimantan Bagian Utara menyebutkan tingkat kematian jenis-jenis *Macaranga* spp. yang hidup di bawah tajuk *Dipterocarpaceae* diantaranya jenis *M. triloba* (20,6%), *M. beccariana* (17,9%), *M. winkleri* (16,7%). Sementara laporan studi Phillips et.al. 2005) di Kaltim melaporkan bahwa pertumbuhan genus Macaranga tumbuh kecil, pertumbuhan cepat cahaya, kayu cepat tumbuh. Jenis-jenis macaranga itu diantaranya *M. lowii*, *M. bancana*, *M. gigantea*, *M. hypoleuca*, *M. pruinosa*, *M. semilobosa*, *M. triloba* dan *Macaranga* sp.

4. Pemanfaatan

Dari aspek pemanfaatan, Macaranga umumnya dipergunakan masyarakat sebagai bahan bangunan, kayu bakar, obat tradisional, peralatan rumah tangga, ramuan adat, dan acara ritual adat. Jenis *Mahang Damar* (*M. triloba*) dimanfaatkan sebagai sarung alat-alat pemotong dan kayu bakar. Sementara jenis *Merkubung* (*M. gigantea*) dipergunakan sebagai papan, gagang cangkul dan kayu bakar. Gom

yang dikeluarkan yang berwarna hitam kecoklatan digunakan sebagai berekat. Sedangkan kulit akar dan getahnya digunakan obat serta daunnya yang besar untuk pembungkus makanan. Kayu *Mara* (*M. tanarius*) mempunyai nilai cukup baik untuk kayu perdagangan. Pemanfaatan *M. gigantea* sebagai kayu bakar, peralatan rumah tangga, kerajinan, rebusan kulit batang untuk obat tradisional (berak darah, demam, dan lain sebagainya).

C. Etnobotani Jenis *Macaranga* Pada Masyarakat Lokal

Keanekaragaman hayati di hutan mempunyai potensi sangat besar terutama dalam pelestarian dan pengembangan sumber daya alam di dalamnya. Keterkaitan antara keanekaragaman hayati dengan sistem-sistem lokal yang hidup di masyarakat, dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari di masyarakat tradisional dalam memenuhi kebutuhan pangan, sandang, papan, obat-obatan dan spritual (Setyowati, 2010). Mereka umumnya memiliki sistem pengetahuan dan pengelolaan sumber daya alam lokal yang diwariskan dan ditumbuh kembangkan terus menerus secara turun temurun seperti disampaikan Sellato (2001); Kaskija (2002); Lahajir (2001); Dove (1988) yang memiliki spesifikasi sistem pengetahuan dan keterampilan tersendiri dalam pengelolaan sumber daya hutan secara berkelanjutan dalam konteks kebudayaan.

Kebudayaan yang disampaikan dalam praktek-praktek tersebut merupakan suatu sistem gagasan dan rasa, tindakan serta karya yang dihasilkan manusia dalam kehidupan bermasyarakat yang dibiasakan dengan belajar. Dalam penjelasannya Widjono (1998), menyebutkan bahwa kearifan lokal (termasuk di dalamnya kearifan lingkungan) merupakan pengetahuan kebudayaan yang dimiliki suatu masyarakat

tertentu mencakup sejumlah pengetahuan kebudayaan yang berkenaan dengan model-model pengelolaan sumber daya alam secara lestari.

Beberapa contoh kearifan lokal (kearifan lingkungan) antara lain sistem perikanan sungai, berburu menangkap ikan, mengumpulkan hasil tumbuhan dan sistem perladangan padi Suku Kantu (Dove, 1988), Dayak Tunjung *Rentenukng* mengenal istilah *tahutn-tanaaq* (hutan tanah) yang berarti antara hutan dan tanah tidak terpisahkan. Tanah mempunyai makna dan nilai karena hutan yang ada dalam pedoman memanfaatkan dan memiliki tanah hutan (Lahajir, 2001). Demikian juga Dayak Bentian dalam pengelolaan rotan alam, mencari dan budidaya buah-buahan, mencari bahan sayur-sayuran hutan, berburu dan mencari ikan, mencari madu, gaharu dan getah damar, serta mencari kayu ramuan rumah dan kayu bakar yang dilakukan secara tradisional (Budiono, 1993). Hal serupa dilakukan suku Dayak Kenyah *Uma' Lung* yang dalam kehidupan sehari-harinya masih tergantung dari sumber daya hutan. Dari hutan mereka mendapatkan ramuan rumah, kayu perahu, kayu bakar, binatang buruan, bahan kerajinan, hasil hutan non kayu (Wiati dan E.M. Angi, 2014).

Mempelajari kearifan lokal tidak berarti mengajak kita untuk kembali ke periode jaman batu (*stone-age period*), namun penting memahami bagaimana masyarakat lokal memperlakukan sumber daya alam disekitarnya, tetapi juga bagaimana memanfaatkan berbagai hal positif yang terkandung didalamnya bagi kepentingan generasi di masa mendatang (Sardjono, 2004). Berkaitan dengan kearifan lokal dan lingkungan tersebut, ada beberapa hal yang menjadi pembahasan etnobotani *Macaranga* spp. dalam 2 aspek penting. Aspek sosial budaya merupakan bagian terpenting dalam pemanfaatan *Macaranga* secara ritual dalam adat beberapa suku Dayak di Kalimantan. Aspek sosial

budaya dalam konteks ini lebih membahas tentang pemanfaatan jenis-jenis Macaranga dalam ritual adat dan kelengkapannya. Sedangkan aspek sosial ekonomi lebih banyak bicara tentang pemanfaatan jenis-jenis macaranga untuk kepentingan memenuhi kebutuhan kehidupan sehari-hari seperti, pangan, sandang, obat-obatan, dan kebutuhan rumah tangga lainnya.

Berkaitan aspek pemanfaatan Macaranga, masyarakat lokal di Kalimantan memanfaatkan bagian-bagian dari Macaranga seperti batang, ranting, daun, buah, getah, bunga, kulit batang dan sebagainya. Sedangkan dari aspek kegunaannya dapat dikelompokkan untuk kegiatan ritual adat, konstruksi rumah, peralatan rumah tangga, obat-obatan, makanan, kayu bakar, hiasan pesta adat/*kelebu*, alat musik, pembungkus kue dan nasi dan kepentingan lainnya. Berikut ini dijelaskan secara rinci aspek etnobotani dari jenis-jenis macaranga yang dilakukan oleh masyarakat lokal Kalimantan, yakni:

1. Aspek Sosial Budaya

Pengetahuan merupakan fasilitas sosial masyarakat, dimana realitas sosial merupakan pengetahuan yang bersifat keseharian yang hidup dan berkembang dalam masyarakat seperti konsep, kesadaran umum, wacana publik, sebagai hasil konstruksi sosial (Berger dan Luckmann, 1990). Selanjutnya teori konstruksi sosial berkaitan alam dan lingkungan (sumber daya hutan sebagai bagian dari alam dan lingkungan) serta intervensi manusia terhadap pemanfaatan sumber daya alam beserta dampaknya. Manusia dalam kehidupan bersama spesies lain bergantung pada lingkungan untuk mempertahankan dan perkembangannya sejak manusia bergantung pada lingkungan dan eksis dalam lingkungan tersebut, manusia secara nyata terkait dengan lingkungannya (Awang, 2006).

Pengetahuan tradisional yang dimiliki setiap suku/etnik dalam memanfaatkan tumbuhan merupakan bagian dari unsur sosial budaya masyarakat yang muncul dari pengalaman masing-masing individu disebabkan adanya interaksi individu tersebut dengan lingkungannya. Pengetahuan tersebut selanjutnya diwariskan secara turun temurun dengan tujuan untuk mempertahankan hidup. Manusia akan selalu bergantung pada lingkungannya dan begitu pula sebaliknya (Nurhaida et.al. 2015). Pengetahuan masyarakat lokal mengenai pemanfaatan tumbuhan (etnobotani) dapat digunakan sebagai salah satu alat untuk mendokumentasikan pengetahuan masyarakat tersebut (Suryadarma, 2008; Martin, 1998).

Berkaitan dengan aspek sosial budaya dalam pemanfaatan jenis *Macaranga* spp. pada masyarakat tradisional Indonesia telah banyak dilakukan. Beberapa hasil studi yang dilakukan menunjukkan bahwa aspek sosial budaya pemanfaatan jenis-jenis macaranga digunakan dalam beberapa ritual-ritual adat kepercayaan masyarakat lokal di Kalimantan. Laporan Atmoko et.al. (2016) di masyarakat Dayak Benuaq jenis *Nancaakng Kapooi* (*M. hypoleuca*) dari kayunya dipakai untuk membuat patung untuk *beliatn* dan balai serta perlengkapan *beliatn* lainnya. Sedangkan daun dari jenis *Nancaakng Sisit* (*M. winkleri*) dipakai khusus untuk bungkus nasi saat acara orang meninggal dan tidak boleh digunakan diluar acara tersebut.

Hal yang sama dijelaskan oleh Matius (2004) bahwa beberapa genus macaranga merupakan pohon penting untuk upacara-upacara ritual adat Dayak Benuaq diantaranya jenis *Nancakng* (*M. triloba*), *Macaranga hullettii*, dan *Bengkuukng* (*M. gigantea*). Ada 2 (dua) macam upacara ritual suku Dayak Benuaq, yaitu (a) ritual untuk orang yang masih hidup, yang biasa disebut *beliatn*; dan (b) ritual untuk orang yang

sudah mati disebut *kwangkai*. Dalam kedua ritual tersebut penggunaan tumbuhan macaranga, biasanya untuk upacara ritual *beliatn*. *Beliatn* dalam prakteknya memerlukan sesajian dan peralatan-peralatan yang dipergunakan seorang dukun *beliatn*, salah satunya adalah tumbuhan macaranga.

Ritual *beliatn* terdiri atas 4 (empat) tipe, yaitu (a) *beliatn* untuk penyembuhan orang sakit; (b) *beliatn* untuk membersihkan seseorang atau kelompok dari nasib/peruntungan tidak baik yang disebabkan oleh tingkah laku mereka yang salah; (c) *beliatn* untuk upacara ucapan syukur kepada dewa-dewi yang menjaga dan memelihara kehidupan manusia; dan (d) *beliatn* yang dilaksanakan dalam rangka penyerahan anak kepada dewa-dewi yang menjaga kehidupan manusia supaya tumbuh menjadi dewasa dan bertingkah laku dan bernasib baik.

Sementara pada Dayak Kenyah *Uma' Tukung* di Kampung Batu Majang, Mahakam Ulu Kaltim dan Dayak Kenyah *Uma' Lung* di Desa Setulang, Malinau Kaltara, kayu *Benuaq* (*Macaranga* spp.) digunakan sebagai hiasan kayu (*kelebu*) yang diraut sebagai rumbai-rumbai hiasan pada saat ritual adat dan pesta rakyat. Hal yang sama dilakukan pada kelompok Dayak Bahau Saq di kampung Laham Mahakam Ulu Kaltim yang menggunakan kayu *Kuvung* (*Macaranga* spp.) sebagai dekorasi hiasan tiang adat di jalan-jalan dengan kulit kayu yang diraut.

2. Aspek Sosial Ekonomi

Tumbuhan berperan penting dalam kehidupan manusia selama ini. Hubungan antara manusia dengan tumbuhan terjalin sejak dahulu terutama dari aspek sosial ekonomi, dimana tumbuhan merupakan sumber bahan pangan, papan sandang, obata-obatan, kerajinan dan lain sebagainya. Masyarakat desa merupakan kelompok terbesar yang menggunakan hasil hutan kayu dan hasil hutan non kayu (HHBK).

Pemanfaatan yang berlebihan akan mengakibatkan adanya degradasi sumber daya hutan dan lingkungan.

Sejak dahulu pemanfaatan sumber daya alam khususnya jenis-jenis *Macaranga* spp. telah dilakukan, di Indonesia beberapa studi mengungkapkan bahwa pemanfaatan jenis-jenis *Macaranga* spp. (lihat Rahayu et.al. 2007; Nurhaida et.al. 2015; Andhika et.al. 2015; Setyowati, 2006) menyebutkan jenis *Macaranga* spp. dimanfaatkan sebagai obat-obatan tradisional, contohnya getah kayu *M. gigantea* digunakan masyarakat Sungai Tapa–Jambi untuk obat luka. Demikian juga masyarakat Talang Mamak di Taman Nasional Bukit Tigapuluh (TNBT) Jambi memanfaatkan daun dan buah *Mahang* (*M. triloba*) yang dimasukkan ke dalam bambu lalu dibakar, airnya diminum untuk obat diare dan sariawan. Pemanfaatan lain daun mudanya dimakan, akarnya sebagai pewarna kuning dan kulit batangnya untuk lem.

Sementara itu di Sumatera, Suku Anak Dalam (SAD) di Jambi memanfaatkan *Sengkubungan* (*M. gigantea*) sebagai obat sariawan dan mencret dengan cara dioleskan dibibir dan diminum dengan air. Masyarakat SAD menyadap getah *M. gigantea* dengan berbagai cara disesuaikan jenis tumbuhan dan pemanfaatannya. Cara yang biasa digunakan diantaranya dengan di takik, ditebang, dipotong, dikupas, dipetik, ditumbuk dan disayat (Andhika et.al. 2016).

Berkaitan dengan hal tersebut, aspek pemanfaatan menjadi hal penting secara sosial ekonomi mengingat pengetahuan tradisional yang dimiliki oleh masyarakat lokal tersebut memberikan manfaat bagi masyarakat. Berikut disampaikan beberapa aspek pemanfaatan jenis-jenis *Macaranga* spp. di masyarakat lokal di Kalimantan. Berikut disampaikan lengkap bentuk pemanfaatan *Macaranga* pada beberapa masyarakat lokal di Kalimantan.

Tabel 2. Pemanfaatan Macaranga oleh Masyarakat Lokal Kalimantan

No.	Suku	Nama Lokal	Nama Latin	Bagian	Kegunaan	Lokasi	Sumber
1.	Dayak Punan Tubu	<i>Lekeran, Lekeran serau</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga	Respen Sembuak, Malinau, Kaltara	Puri (2001)
2.	Dayak Punan Beketan	<i>Dun lekera, langkau serou</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga	Long Loreh, Malinau, Kaltara	
3.	Dayak Punan Derian	<i>Lekeran, Lekeran bau</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga	Long Seturan, Malinau, Kaltara	
4.	Dayak Punan Mentarang	<i>Doun lekeran</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga	Paking, Malinau, Kaltara	
5.	Dayak Abai	<i>Daun sedaman</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga, Kayu Api	Sentaban, Malinau, Kaltara	
6.	Dayak Lundaye	<i>Binasang, don binasing</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga, Kayu Api	Singai Terang, Malinau, Kaltara	
7.	Dayak Lengilu'	<i>Binua, benua</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga	Tanjung Lapang, Malinau, Kaltara	
8.	Dayak Birau	<i>Kayau bua</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga	Sentaban, Malinau, Kaltara	
9.	Dayak Merap	<i>Timla', ngela'</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Daun	Bahan Makanan	Langap, Malinau, Kaltara	
10.	Dayak Pua'	<i>Doun ngela, ngela po</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga, Kayu Api	Tanjung Nanga, Malinau, Kaltara	
11.	Dayak Kenyah Leppo' Ke	<i>Kayu pendek, pedek bileng</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang, Ranting	Peralatan Rumah Tangga, Kayu Api	Long Loreh, Malinau, Kaltara	
12.	Dayak Kenyah Leppo' Ma'ut	<i>Bedek, benua</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang	Peralatan Rumah Tangga	Long Alango, Malinau, Kaltara	
13.	Dayak Benuaq (S. Ohong)	<i>Nancaknng</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Daun, Batang	Ritual dan konstruksi	Lempunah, Kubar Kaltim	Gonner (2001)
		<i>Bengkuukng</i>	<i>M. gigantea</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Batang	Konstruksi	Lempunah, Kubar Kaltim	
		<i>Ngkuukng</i>	<i>Macaranga</i> sp.	Batang	Konstruksi dan Kesuburan tanah	Lempunah, Kubar Kaltim	
14.	Dayak Kenyah Uma' Lung	<i>Beneva' kubung</i>	<i>Macaranga</i> sp.	Batang, Ranting	Hiasan kelebu, Ky bakar, mandau	Setulang, Malinau, Kaltara	Wawancara (2017)
15.	Dayak Kenyah Uma' Tukung	<i>Beneva'</i>	<i>Macaranga</i> sp.	Batang	Kulintang		
16.	Dayak Kenyah Iban	<i>Payang, Mehuing, Bineh, Mineh</i>	<i>Macaranga</i> spp.	Batang, Ranting, Daun, Buah	Konstruksi, kayu bakar, bungkus nasi, bahan rempah	Batu Majang, Mahulu Kaltim	Wijaya (1997)
17.	Dayak Kenyah Purang	<i>Purang</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Kulit Batang	Obat diare	Tanjung Sari, Sintang, Kalbar	Meliki et.al. (2013)
18.	Dayak Bahau Saq	<i>Kuvung, gelaq</i>	<i>Macaranga</i> spp.	Batang, Ranting	Pondok landak dan hiasan kayu	Laham, Mahulu Kaltim	Wawancara (2017)
19.	Dayak Penan Benalui	<i>Menuang poti, menuang pute</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.		Peralatan Rumah Tangga	Long Apan Baru, Malinau, Kaltara	Puri (2001)
20.	Dayak Luwangan	<i>Gahung</i>	<i>Macaranga</i> sp.	Getah	Obat	Harowu, Kalteng	Aliadi & Roemantyo, (1994)
		<i>Dine</i>	<i>Macaranga</i> sp.	Kayu, Ranting	Kayu bakar	Sekitar TNKM, Kaltara	Uhuk, et.al. (1995)
		<i>Pedek</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Daun	Bungkus nasi dan kue	Sekitar TNKM, Kaltara	
		<i>Kubung</i>	<i>M. gigantea</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Daun	Bungkus nasi dan kue	Sekitar TNKM, Kaltara	
21.	Dayak Benuaq (S. Kedang Pahu)	<i>Nancaknng</i>	<i>M. bancana</i> Müll.Arg.	Daun	Bungkus nasi	Kubar Kaltim	Atmoko et.al. (2016)
		<i>Bengkuukng</i>	<i>M. gigantea</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Batang, Ranting, Daun	Baling, Sendok, alat musik saron, bungkus nasi	Kubar Kaltim	
		<i>Nancaakng kapooi</i>	<i>M. hypoleuca</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll.Arg.	Batang	Patung beliatn & perlengkapannya	Kubar Kaltim	
		<i>Kenyaatn</i>	<i>M. lowii</i> King ex Hook.f. Hook.f. Fl.Brit. India 5	Batang, Ranting	Kayu bakar	Kubar Kaltim	
		<i>Nancaakng sisit</i>	<i>M. winkleri</i> Pax & Hoffm.	Daun	Bungkus nasi acara orang meninggal	Kubar Kaltim	
22.	Dayak Benuaq	<i>Nancaknng</i>	<i>M. triloba</i> (Thunb.) Müll.Arg.	Batang	Ritual beliatn	Bomboy, Kubar Kaltim	Matius (2004)
			<i>M. hullettii</i> King ex Hook.f. ssp. boorneensis Whit	Batang	Ritual beliatn	Bomboy, Kubar Kaltim	
		<i>Bengkuukng</i>	<i>M. gigantea</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Daun	Bungkus	Bomboy, Kubar Kaltim	

No.	Suku	Nama Lokal	Nama Latin	Bagian	Kegunaan	Lokasi	Sumber
23.	Dayak Agabaq	<i>Sadaman</i>	<i>Macaranga</i> sp.	Batang	Hiasan seremonial	Lubakan, Nunukan Kaltara	Wijaya et.al. (2003)
	Dayak Tidung	<i>Bombong</i>	<i>M. winkleri</i> Pax & Hoffm.	Batang, Getah, Daun	Alat musik, obat sariawan, alas tidur	Sujau, Nunukan Kaltara	
	Dayak Agabaq	<i>Banguyung</i>	<i>M. gigantea</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Daun	Bungkus	Lubak Buat, Nunukan Kaltara	
24.	Dayak Tunjung	<i>Nggebok</i>	<i>M. gigantea</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Getah	Obat sariawan	Lamin Telihan, Kukar Kaltim	Setyowati (2010)
25.	Dayak Ngaju	<i>Sapkuwung</i>	<i>M. gigantea</i> (Rchb.f. & Zoll.) Müll. Arg.	Akar, Getah, Batang	Obat diare, guam, tetes mata	Timpah, Kapuas, Kalteng	Setyowati et.al. (2005)
26.	Dayak Melawi	<i>Umang</i>	<i>M. hosei</i> King ex Hook.f.	Getah, Batang	Obat luka	Kelampuk, Pinoi Barat, Kalbar	Nurhaida, et.al. (2015)

a. Pemanfaatan untuk ramuan rumah

Ramuan rumah atau kayu konstruksi adalah salah satu bentuk pemanfaatan macaranga. Pemanfaatan beberapa jenis macaranga untuk kayu konstruksi pada masyarakat Dayak Benuaq di Kampung Lempunah Sungai Ohong, Kutai Barat (Gonner, 2001) adalah jenis *Nancaakng* (*M. triloba*), *Bengkuungk* (*M. gigantea*) dan *Ngkuung* (*Macaranga* sp.). Selain itu, daun macaranga digunakan masyarakat Dayak Kenyah sebagai atap yang menutupi rangkanya (*M. triloba* dan *M. gigantea*) seperti dilaporkan Uluk et.al. (1995). Pada ladang kayu, macaranga dikumpulkan setelah dilakukan penebangan, biasanya dipergunakan sebagai rangka pondok untuk istirahat di ladang. Hal serupa kayu macaranga oleh masyarakat Dayak Kenyah *Uma' Tukung* dimanfaatkan sebagai rangka rumah (Wijaya, 1997).

b. Pemanfaatan untuk kayu bakar

Pemanfaatan tumbuhan macaranga sebagai kayu bakar telah digunakan beberapa masyarakat lokal di Kalimantan. Hasil studi Uluk et.al. (1995) melaporkan bahwa masyarakat Dayak Kenyah sekitar dan dalam TNKM, Kaltara memanfaatkan jenis *Dine* (*Macaranga* sp) untuk kayu bakar. Dimanfaatkan sebagai kayu bakar karena mudah terbakar, cepat kering dan letaknya tidak jauh dari rumah. Kebanyakan kayu yang dimanfaatkan sebagai kayu bakar diperoleh dari *Jekkau* (hutan sekunder bekas ladang).

Atmoko, et.al. (2016); Puri (2001); dan Wijaya (1997) melaporkan hasil studinya bahwa jenis *Kenayaatn (M. lowii)* dimanfaatkan oleh masyarakat Dayak Benuaq Kutai Barat sebagai kayu bakar. Dayak Abai, Dayak Lundaye, Dayak Pua', menggunakan batang kayu dan ranting macaranga sebagai kayu bakar, karena cepat kering, mudah terbakar dan api yang dihasilkan bagus. Demikian juga Dayak Kenyah *Uma' Tukung* memanfaatkan macaranga sebagai kayu bakar terbaik.

c. Pemanfaatan untuk peralatan rumah dan kebutuhan lainnya

Sebagai bahan perlengkapan rumah tangga, kayu macaranga banyak digunakan terutama untuk peralatan dapur, misalnya sendok nasi, talenan, bangku kecil, sutil dan kebutuhan lainnya. Pemanfaatan kayu macaranga untuk menggantikan bahan-bahan yang terbuat dari melanin, plastik, kaca dan sebagainya yang banyak dijual di toko kelontongan atau pasar. Kayu *Bengkuukng (M. gigantea)* misalnya, di masyarakat suku Dayak Benuaq Kabupaten Kutai Barat dibuat sebagai sendok nasi, dan peralatan memasak (Atmoko et.al. 2016), sedangkan *Beneva (Macaranga sp)* pada Dayak Kenyah *Uma' Lung* dipergunakan sebagai hulu (tangkai) dari mandau.

Hal serupa dilaporkan Puri (2001) yang melakukan studi pada beberapa suku di Kalimantan yakni Dayak Punan, Abai, Lundaye, Lengilu, Birau, Pua', Kenyah, Penan Benalu, yang juga memanfaatkan macaranga sebagai peralatan dapur sederhana. Bahan kayu macaranga digunakan karena mudah didapat di ladang dan juga mudah dibentuk (lunak) dan sebagai bahan perlengkapan dapur.

d. Pemanfaatan bahan kerajinan

Beberapa jenis kayu macaranga juga dimanfaatkan masyarakat lokal di Kalimantan sebagai bahan kerajinan untuk kegiatan upacara adat ataupun juga perlengkapan alat-alat kesenian tarian. Hasil studi

dan wawancara dengan responden di lapangan (Wijaya, 1997; Atmoko et.al 2016) menyebutkan bahwa Dayak Kenyah *Uma' Lung* di Malinau, Kaltara, Dayak Bahau *Saq* di Mahakam Ulu, Kaltim dan Dayak Benuaq di Kutai Barat, Kaltim memanfaatkan jenis-jenis macaranga untuk bahan kerajinan dan hiasan-hiasan ritual adat dan pesta rakyat. Jenis kayu *Bengkuukng* (*Macaranga gigantea*) bagian batangnya digunakan masyarakat Suku Dayak Benuaq dibuat alat musik *Saron*. Demikian juga pada kelompok Dayak Kenyah *Uma' Tukung* dan *Uma' Lung* menggunakan *Beneva' Kubung* (*Macaranga* sp) sebagai hiasan kayu/*kelebu* dan *Beneva'* (*Macaranga* sp) sebagai alat musik kulintang untuk tarian *Jatung Utang*. Dayak Bahau *Saq* menggunakan *Kuvung* (*Macaranga* sp) memanfaatkan kulit batangnya yang diraut sebagai hiasan pesta adat.

e. Pemanfaatan obat tradisional

Pemanfaatan jenis-jenis *Macaranga* spp. banyak dimanfaatkan oleh masyarakat lokal di Kalimantan untuk obat-obatan tradisional. Masyarakat kampung Harawu, Kalimantan Tengah memanfaatkan *Gahung* (*Macaranga* sp) dimanfaatkan untuk obat-obatan (Aliadi dan H.S. Roemantyo, 1994). Sementara hasil studi Jang et.al. (2004) dan Puri (2001), menyebutkan bahwa *M. triloba* potensial digunakan untuk mencegah kanker. Genus macaranga (*Euphorbiaceae*) menjadi spesies yang berguna dari 250 spesies di hutan tropika dimana distribusinya berada di hutan tropika Asia dan Pasifik.

Dayak Tidung di Nunukan (Kaltara), Dayak Tunjung di Kukar (Kaltim), Dayak Iban di Sintang (Kalbar), Dayak Ngaju di Kapuas, (Kalteng), dan Dayak Melawi di Melawi (Kalbar) menggunakan jenis-jenis macaranga sebagai obat. Dayak Tidung menggunakan bagian getah *Bomong* (*Macaranga winkleri*) sebagai obat sariawan. Dayak

Tunjung memanfaatkan getah *Nggebok (Macaranga gigantea)* sebagai obat sariawan. Sementara Dayak Iban menggunakan bagian kulit batang *Purang (Macaranga triloba)* sebagai obat diare. Dayak Ngaju memanfaatkan akar *Sapkuwung (M. gigantea)* yang direbus/diambil airnya untuk diare. Selain itu juga getah batang *Sapkuwung* bewarna merah diambil selanjutnya dioleskan ke mulut sebagai obat guam dan air batang sebagai obat mata. Sedangkan Dayak Melawi menggunakan Umang (*M. hosei*) bagian getah batang dioleskan sebagai obat luka (Meliki et.al. 2013; Wijaya et.al. 2003; Setyowati, 2010; Setyowati et.al. 2005; Nurhaida et.al. 2015).

f. Bahan dan bungkus makanan

Pemanfaatan bagian daun dari jenis-jenis macaranga digunakan sebagai bahan makanan dan alat pembungkus (makanan dan nasi) pada beberapa kelompok suku lokal di Kalimantan. Suku Dayak Merap di Sungai Malinau memanfaatkan daun *Timla'* atau *Ngela' (M. triloba)* sebagai bahan campuran makanan (Puri, 2001). Dayak Kenyah di TNKM dilaporkan Uluk et.al. (1995) membuat bungkus nasi lembek dari daun macaranga baik untuk di rumah atau bekal ke ladang/hutan, bahkan untuk bungkus kue (*Saga*). Daun yang biasa digunakan adalah daun *Pedek (Macaranga triloba)* dan daun *Kubung (M. gigantea)*.

Pemanfaatan daun macaranga untuk bungkus nasi dan kue juga dipakai beberapa suku di Kalimantan diantaranya Dayak Kenyah *Uma'* *Tukung*, Dayak Benuaq, dan Dayak Agabaq (Wijaya, 1997; Atmoko et.al. 2016; Matius, 2004; Wijaya et.al. 2003). Pada masyarakat lokal di Kalimantan, penggunaan daun macaranga sebagai bungkus makanan sudah umum dan biasa karena ukuran daun lebih besar, mudah didapatkan dan lebih praktis digunakan untuk acara pesta-pesta yang mengundang orang yang lebih banyak serta bisa sekali pakai saja.

g. Indikator kesuburan tanah

Di beberapa masyarakat lokal di Kalimantan kehadiran beberapa jenis macaranga di hutan primer atau hutan bekas terbuka (hutan sekunder) dijadikan indikator kesuburan tanah. Indikator kesuburan tanah ini berhubungan dengan lahan tersebut akan dijadikan ladang-ladang baru yang akan dibuka untuk kegiatan perladangan. Laporan Gonner (2001) di Kampung Lempunah Kutai Barat, kehadiran jenis *Ngkuukng (Macaranga sp.)* pada suku Dayak Benuaq sebagai indikator kesuburan lahan. Kehadiran beberapa jenis macaranga adalah spesies indikator penting dari pohon yang hadir di hutan sekunder tua dan sekunder muda. Ketika spesies ditemukan dominan dan tumbuh baik di daerah tertentu, maka hal itu menunjukkan bahwa wilayah tersebut mempunyai lahan subur untuk periode tanam berikutnya.

D. Penutup

Tumbuhan macaranga dikenal secara umum sebagai tumbuhan pionir yang tumbuh dan berkembang secara cepat. Dilihat dari hasil-hasil studi yang ada penyebaran tumbuhan ini sebagian besar di wilayah Asia Tenggara hingga sebagian Asia Selatan, Indocina dan Australia bagian utara. Di Kalimantan sendiri jenis-jenis macaranga banyak dikenal para rimbawan sebagai tumbuhan yang cepat tumbuh (*fast growing*), tumbuh bergerombol dan cepat mati juga. Sementara secara silvikultur, jenis-jenis macaranga dikenal sebagai tumbuhan pionir yang cepat hadir ketika hutan alam baru dibuka. Bahkan kehadiran jenis-jenis macaranga dijadikan indikator bahwa wilayah tersebut mengalami gangguan oleh kegiatan alam maupun manusia. Selain itu juga kebakaran hutan, pembukaan jalan *logging/sarad*, bekas ladang akan menghadirkan jenis-jenis macaranga. Selama ini jenis-

jenis ini belum dikenal dari aspek pemanfaatan dan kegunaannya secara detail. Berdasarkan beberapa hasil studi di atas dapat dijadikan rujukan bagi perkembangbiakan jenis-jenis macaranga sesuai dengan kegunaannya.

Sementara pemanfaatan sumberdaya hutan baik kayu maupun non kayu (HHBK) yang dilakukan masyarakat lokal di Kalimantan, memberikan manfaat yang cukup signifikan bagi perkembangan ilmu pengetahuan selama ini. Pemanfaatan beberapa jenis kayu dan non kayu oleh beberapa suku di Kalimantan menjadi sumber pengetahuan baru bagi perkembangan ilmu etnobotani. Pengetahuan yang lebih membicarakan hubungan antara manusia dan tumbuh-tumbuhan dalam hal ini aspek pemanfaatan dalam konteks budaya masyarakat. Pengumpulan berbagai hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan dikalangan peneliti, perguruan tinggi, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), lembaga ilmu pengetahuan dan lembaga kerjasama luar negeri yang berkaitan dengan penelitian memberikan dampak positif bagi perkembangan dunia ilmu pengetahuan. Pemanfaatan macaranga oleh masyarakat seperti obat-obatan, ritual adat, perkakas rumah tangga, ramuan rumah, bahan makanan dan fungsi lainnya memberikan gambaran bahwa selama ini jenis-jenis macaranga yang hanya dikenal sebagai tanaman pionir setelah penebangan hutan (*logging*) ternyata memberikan manfaat bagi masyarakat lokal yang ada.

Rekomendasi yang dapat diberikan adalah diperlukan langkah-langkah untuk mengembangbiakan jenis-jenis *Macaranga spp.* yang memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan seperti obat-obatan, kedokteran, kebudayaan, pengembangan biomassa untuk energi listrik dan pemanfaatan lainnya. Pengetahuan masyarakat lokal Kalimantan dapat menjadi pelajaran bagi pengembangan pengetahuan

untuk pemanfaatan jenis-jenis *Macaranga* spp. Upaya pengembangan budidaya masih memerlukan riset khusus agar bisa membudidayakan jenis-jenis *Macaranga* spp tersebut dengan teknik silvikultur yang baik. Selain itu pula diketahuinya ekologi dan tempat tumbuh yang sesuai dengan perlakuan yang dibutuhkan.

Daftar Pustaka

- Alcorn, J.B. 2001. Resiliensi Ekologis: Pelajaran dari Masyarakat Adat Dayak (Sebuah Pengantar). Buku Pelajaran Masyarakat Dayak: Gerakan Sosial dan Resiliensi Ekologis di Kalimantan Barat. Diterbitkan oleh WWF-BSP-Institut Dayakologi Pontianak.
- Aliadi dan H.S. Roemantyo. 1994. Pengobatan Tradisional dengan Pelestarian Pemanfaatan Tumbuhan Obat. Buku Pelestarian Pemanfaatan Keanekaragaman Tumbuhan Obat Hutan Tropika Indonesia. Kerjasama Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan Fakultas Kehutanan IPB dan Lembaga Alam Tropika Indonesia (LATIN). Bogor.
- Aliadi, A. 2001. Memahami Pengetahuan Lokal, Etika, Prinsip, dan Metode. LATIN Bogor-WWF Indonesia.
- Aliadi, A. 2002. Etnobotani, Prinsip dan Metode Praktis. LATIN Bogor.
- Andhika, R.R., B. Hariyadi dan F. Saudagar. 2015. Etnobotani Penghasil Getah oleh Suku Anak Dalam di Taman Nasional Bukit Duabelas Kabupaten Sarolangun, Jambi. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, Vol. 20 (1).
- Angi, E. M. 2001. Masyarakat Merap dalam Konteks Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumberdaya Hutan Kalimantan Timur. Menguak Tabir Kelola Alam. Pengelolaan Sumberdaya Alam Kalimantan Timur dalam Kacamata Desentralisasi (halaman 79-90). Aliansi Pemantau Kebijakan Sumberdaya Alam Kalimantan Timur.
- Angi, E. M. 2012. Laporan Kegiatan Studi Aturan Adat dan Kearifan Lokal Suku Dayak Kenyah *Oma' Longh* Desa Setulang Kabupaten Malinau Kalimantan Timur. Kerjasama GIZ Forclime (*Forest and Climate Change Programme*) - Kementerian Kehutanan RI.
- Aran L., C.Y. Lawing, D. Hajang, B. Doq, P.H. Hipoq, A.H. Hipoq, H. Lung, H. Liah, H. Bong, M.L. Hang, Y.L. Bulan, dan W. Broldus. 2014.

- Riwayat Kehidupan dan Tradisi Warisan Widjono, R.H., 2016. *Leluhur Dayak Bahau Umaaq Suling Lung Isun, Dayak Bahau Bate Uma Lung Huvung, Dayak Bahau Bate Uma Lutaan dan Dayak Bahau Bate Uma Mamahak Tebo'oq*. Perkumpulan Nurani Perempuan dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kabupaten Mahakam Ulu.
- Asy'arie, A.H. 2005. *Tinjauan Terhadap Hukum Adat Masyarakat Dayak Benuaq Kalimantan Timur*. Humas Pemprov Kaltim.
- Awang, S.A. 2006. *Sosiologi Pengetahuan Deforestasi: Konstruksi Sosial dan Perlawanan*. Debut Press Yogyakarta.
- Awang, S.A. 2007. *Politik Kehutanan Masyarakat*. *Center for Critical Social Studies* (CCSS) dan Kreasi Wacana Yogyakarta.
- Belcher, B.M. 1998. *A Production to Consumption Systems Approach: Lessons from the Bamboo and Rattan Sectors in Asia*. *Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor*.
- Belcher, B.M. and R. Achdiawan. 2005. *Getting Out of the Woods: Learning from a Comparison of Cases. Carving Out a Future, Forests, Livelihoods and the International Woodcarving Trade*. *Earthscan Publications Ltd. London*.
- Berger, C.P. dan T. Luckman. 1990. *Tafsir Sosial Kenyataan*. Risalah Sosiologi Pengetahuan. <http://siluetkomix.6te.net/08Berger.htm>.
- Bischoff, W., D.M. Newbery, M. Lingenfelder, R. Schnaechel, G.H. Petol, L. Madani, and C.E. Ridsdale. 2005. *Secondary Succession and Dipterocarp Recruitment in Bornean Rain Forest After Logging*. *Journal of Forest Ecology and Management* 218 (2005) 174-192.
- Bodegom, S., P.B. Pelsler dan P.J.A. Kesler. 1999. *Semai-semai Pohon Hutan Sekunder di Kalimantan Timur Indonesia*. Tropenbos Kalimantan Series 1. MOFEC-Tropenbos-Kalimantan Project. Wanariset Samboja Balikpapan.
- Bonoh, Y. 1985. *Lungun dan Upacara Adat*. Pemerintah Kabupaten Kutai Kalimantan Timur.
- Budiono, E. 1993. *Studi Tentang Aspek-aspek Ekologis pada Budaya Masyarakat Dayak Bentian dalam Hubungannya dengan Pelestarian Hutan*. Skripsi Sarjana Pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda.
- Chen, Y.L. 2004. *Song Rong Mushroom*. *Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor*.

- de Beer, J. 2004. *Honey Bee, Honey and Related Products*. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.
- Dove, M.R. 1988. Sistem Perladangan di Indonesia: Studi Kasus di Kalimantan Barat. Gadjah Mada University Press.
- Goloubinoff, M. and R.S. Hoshi. 2004. *Durian*. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.
- Imang, N. dan Y. Hang Kueng. 2005. Studi Kearifan Lokal dan Budaya Dayak Basap Kutai Timur. Kerjasama Persekutuan Dayak Kaltim dan PT Kaltim Prima Coal (KPC).
- Jang, D.S., M. Cuendet, A.D. Pawlus, L.B.S. Kardono, K. Kawanishi, N.R. Farnsworth, H.H.S. Fong, J.M. Pezzuto, and A.D. Kinghorn. 2004. *Potential Cancer Chemopreventive Constituents of the Leaves of Macaranga triloba*. *Journal of Phytochemistry* 65 : 345-350.
- Kaskija, L. 2002. *Claming the Forest. Punan Local Histories and Recent Development in Bulungan, East Kalimantan*. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.
- Katz, Esther, C. Garcia and M. Goloubinoff. 2002. *Sumatra Benzoin (Styrax spp.)*. Earthscan Publications Ltd. London.
- Keraf, A.S. dan M. Dua. 2001. Ilmu Pengetahuan: Sebuah Tinjauan Filosofis. Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Kesler, P.J.A dan K. Sidiyasa. 1999. Pohon Hutan Kalimantan Timur. Pedoman Mengenal 280 Jenis Pohon Pilihan di Balikpapan-Samarinda. Tropenbos Kalimantan Series 2.MOFEC-Tropenbos-Kalimantan Project. Wanariset Samboja Balikpapan.
- King, D.A., S.J. Davies, and N.S.M. Noor. 2006. *Growth and Mortality are Related to Adult Tree Size in a Malaysian Mixed Dipterocarp Forest*. *Journal of Forest Ecology and Management* 223: 152-158.
- Konradus, B. 2003. *Eaglewood and Forest Product Management and Trade in the Bahau River Region. Social Science Research and Conservation Management in the Interior of Borneo (Unravelling Past and Present Interactions of People and Forest)*. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.
- Kuswanda, W. dan B.S. Antok. 2008. Keragaman Jenis Tumbuhan pada Berbagai Tipe Hutan untuk Mendukung Pengelolaan Zona Rimba dan Taman Nasional Batang Gadis. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. V No. 4 : 337-354, 2008.

- Lahajir. 2001. Etnoekologi Perladangan Orang Dayak Tujung Lingsang. Etnografi Lingkungan Hidup Dataran Tinggi Tunjung. Yayasan Adikarya Ikapi dan *The Ford Foundation*. Penerbit Galang Press Yogyakarta.
- Martin, G.J. 1998. Etnobotani: Satu Manual Kaedah. *Natural History Publications (Borneo) Kota Kinabalu-World Wide Fund fo Nature (International) Gland, Switzerland*.
- Maschwitz, B. Fiala and K. Dumpert. 2004. *An Unusual Myrmecophytic Macaranga Association Occurring in a Disjunct Area in the Monsoon Zone of South-East Asia: Phenology and Description of a New Ant Species. Journal of Ecotropica 10: 33-49, 2004.*
- Matius, P. 2004. Keragaman Jenis Tumbuhan dan Pemanfaatan Kebun Rotan: Suatu Sumbangan Peran Serta Suku Benuaq dan Tunjung untuk Konservasi Keanekaragaman Hayati Kalimantan Timur. *Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH Postfach 5180 D-65726 Eschborn*.
- Meliki, R. Linda dan I. Lovadi. 2013. Etnobotani Tumbuhan Obat oleh Suku Dayak Iban Desa Tanjung Sari Kecamatan Ketungau Tengah Kabupaten Sintang. *Jurnal Protabiont Vol 2(3): 129-135.*
- Mirmanto, E. 2009. Permudaan Alami Dalam Hutan Bekas Tebangan di Sekundur, Sumatera Utara. *Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 10 No. 3 Hal. 311-317 Jakarta, September 2009.*
- Mirmanto, E. 2014. Permudaan Alami Kawasan Hutan Resort Cidahu, Taman Nasional Gunung Halimun – Salak, Jawa Barat. *Buletin Kebun Raya Vol. 17 No. 2, Juli 2014.*
- Neumann R.P. and E. Hirsch. 2000. *Commercialisation of Non Timber Forest Products: Review and Analysis of Research. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.*
- Nurhaida, F.H. Usma, G.E. Tavita. 2015. Studi Etnobotani Tumbuhan Obat di Dusun Kelampuk, Kecamatan Tanah Pinoh Barat, Kabupaten Melawi. *Jurnal Hutan Lestari. Vol. 3(4) : 526-537.*
- Nussbaum, R., J. Anderson, and T. Spencer. 1995. *Factors Limiting the Growth of Indigenous Tree Seedlings Planted on Degraded Rainforest Soils in Sabah, Malaysia. Journal of Forest Ecology and Management 74 : 149-159.*
- Onrizal, C. Kusmana, B.H. Saharjo, I.P Handayani dan T. Kato. 2006. Komposisi Jenis dan Struktur Hutan Kerangas Bekas Kebakaran di Taman Nasional Danau Sentarum. *Jurnal Biodiversitas Vol. 6.*

- Pambudhi, F. and H.G. Palis. 2004. *Rattan, Various Products. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.*
- Pambudhi, F., B. Belcher, P. Levang and S. Dewi. 2004. *Rattan (Calamus sp.) Gardens of Kalimantan: Resilience and Evaluation in a Managed Non-Timber Forest Product System. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.*
- Philips, P.D., I. Yasman, T.E. Brash, and P.R. van Gardingen. 2002. *Grouping Tree Species for Analysis of Forest Data in Kalimantan (Indonesian Borneo). Journal of Forest Ecology and Management 157: 205-216.*
- Puri, R.K. 2001. *Bulungan Ethnobiology Handbook. A Field Manual for Biological and Social Science Research on the Knowledge and Use of Plants and Animals Among 18 Indigenous Groups in Northern East Kalimantan Indonesia. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.*
- Putri, D, H. Herwina, R. Satria, dan A. Handru. 2014. Jenis Semut (*Hymenoptera formicidae*) pada *Macaranga* (Euphorbiaceae) di Cagar Alam Bukit Barisan, Rimbo Panti, dan pangean, Sumatera Barat. Makalah Dalam Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas dan Ekologi Tropika Indonesia (BioETI). Universitas Andalas Padang 27 September 2014.
- Rahayu, M., S. Susiarti dan Y. Purwanto. 2007. Kajian Pemanfaatan Tumbuhan Hutan Non Kayu oleh Masyarakat Lokal di kawasan Konservasi PT. Wirya Karya Sakti Sungai Tapa, Jambi (*Study of the Utilization of Non-Timber Forest Vegetation by Local Society at PT. Wira Karta Sakti Sungai Tapa Conservation Area, Jambi*). Jurnal Biodiversitas Vol. 8 No. 1 Januari 2007.
- Romell, E, G. Hallsby, A. Karlsson. 2009. *Forest Floor Light Conditions in a Secondary Tropical Rain Forest After Artificial Gap Creation in Northern Borneo. Journal of Agriculture and Forest Meteorology 149: 929-937.*
- Romell, E, G. Hallsby, A. Karlsson, and C. Garcia. 2008. *Artificial Canopy in a Macaranga spp. Dominated Secondary Tropical Rain Forest - Effects on Survival and Above Ground Increment of Four Under-Planted Dipterocarp Species. Journal of Forest Ecology and Management 255 (2008) 1452-1460.*
- Sardjono, M.A. 2004. Mosaik Sosiologis Kehutanan: Masyarakat Lokal, Politik dan Kelestarian Sumberdaya. Debut Press Yogyakarta.

- Sardjono, M.A., I. Samsedin, A. Wijaya, E.M. Angi, M. Siscawati, L. Hendarti, Kamaruddin, Aminuddin, dan Ibrahim. 1997. Studi Pengetahuan Tradisional, Inovasi dan Praktek Keanekaragaman Hayati pada Masyarakat Dayak Benuaq di Kecamatan Damai Kabupaten Kutai Kalimantan Timur. Kerjasama Badan Penelitian Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan dengan Yayasan Keanekaragaman Hayati (Kehati) Jakarta.
- Sellato, B. 2001. *Forest, Resources and People in Bulungan. Elements for a History of Settlement, Trade and Social Dynamics in Borneo, 1880-2000. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.*
- Setyowati, F.M. 2006. Pengetahuan Masyarakat Talang Mamak Tentang Pemanfaatan Tumbuhan Obat di Taman Nasional Bukit Tigapuluh. *Jurnal Bahan Alam Indonesia* Vol. 5 No. 1.
- Setyowati, F.M. 2010. Etnofarmakologi dan Pemakaian Tanaman Obat Suku Dayak Tunjung di Kalimantan Timur. *Media Litbang Kesehatan* Volume XX Nomor 3 Tahun 2010.
- Setyowati, F.M., S. Riswan, S. Susiarti, 2005. Etnobotani Masyarakat Dayak Ngaju di Daerah Timpah Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknologi Lingkungan PSTL-BPPT* 6 (3) : 502-510.
- Sheil D, R.K. Puri, I. Basuki, M.V. Heist, M. Wan, N. Liswanti, Rukmiyati, M.A. Sardjono, I. Samsudin, K. Sidiyasa, Chrisandini, E. Permana, E.M. Angi, F. Gatzweiler, B. Johnson, A. Wijaya. 2004. Mengeksplorasi Keanekaragaman Hayati, Lingkungan dan Pandangan Masyarakat Lokal Mengenai Berbagai Lanskap Hutan. *Metode Penilaian Lanskap Secara Multidisipliner. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor.*
- Sidiyasa, K. 2009. Struktur Komposisi Tegakan Serta Keanekaragaman di Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Hutan* Vol. VI No. 1.
- Sidiyasa, K. 2015. Jenis Pohon Endemik Kalimantan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi. Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam, Samboja Balikpapan.
- Sidiyasa, K., Zakaria dan R. Iwan. 2006. Hutan Desa Setulang dan Sengayan Malinau, Kalimantan Timur. Potensi dan Identifikasi Langkah-langkah Perlindungan dalam Rangka Pengelolaannya Secara Lestari. *Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor.*

- Simbolon, H., M. Siregar, S. Wakiyama, N. Sukigara, Y. Abe and H. Shimizu. 2003. *Impacts of Dry Season and Forest Fire 1997-1998 Episodes on Mixed Dipterocarp Forest at Bukit Bangkirai East Kalimantan* (Pengaruh Musim Kering dan Kebakaran Hutan Episode 1997-1998 Terhadap Hutan Dipterocarp Campuran di Bukit Bangkirai Kalimantan Timur). *Berita Biologi* Volume 6, Nomo 6, Desember 2003.
- Slik, J.W.F. 2005. *Assessing Tropical Lowland Forest Disturbance Using Plant Morphological and Ecological Attributes*. *Journal of Forest Ecology and Management* 205 (2005) 241-250.
- Sunderland T.C.H. and J. Dransfield. 2002. *Rattan (Various spp.)*. *Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor*.
- Syahirsyah. 1999. *Suksesi Vegetasi Setelah Perladangan Daur Ulang dan Pengetahuan Masyarakat Apau Ping*. Buku Kebudayaan dan Pelestarian Alam (Penelitian Interdisipliner di Pedalaman Kalimantan). Kerjasama PHPA, *The Ford Foundation*, dan WWF Indonesia
- Uluk, A., M. Sudana, E. Wollenberg. 2001. *Ketergantungan Masyarakat Dayak Terhadap Hutan Sekitar Taman Nasional Kayan Mentarang*. *Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor*.
- Wiati, C.B. 2011. *Pengetahuan Lokal Masyarakat Muluy dalam Pemanfaatan Hutan Lindung Gunung Lumut*. Tesis Program Pasca Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Wiati, C.B. 2013. *Kajian Aturan Adat Pemanfaatan Tane' Olen oleh Masyarakat Lokal di Desa Setulang Kabupaten Malinau, Kalimantan Timur*. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa* Volume 7 Nomor 2 (Hal. 123-130).
- Wiati, C.B. dan E.M. Angi. 2014. *Studi Pemanfaatan Sumberdaya Hutan oleh Masyarakat Desa Setulang di Kabupaten Malinau Kalimantan Utara*. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa* Vol. 8 No. 2.
- Wiati, C.B. dan E.M. Angi. 2015. *Studi Konstruksi dan Keberlanjutan Pengetahuan Lokal Dayak Kenyah Oma' Longh di Desa Setulang Kabupaten Malinau (Study of Construction and Sustainability of Local Knowledges Belong to Dayak Kenyah Oma' Longh in Setulang Village Malinau District)*. *Jurnal Penelitian Hutan Tropis* Volume 3 Nomor 1. Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

- Widjono, R.H. 1998. Masyarakat Dayak Menatap Hari Esok. PT. Grasindo - Lembaga Bina Benua Puti Jaji - LPPS - KWI Jakarta.
- Widjono, R.H. 2016. Dilema Transformasi Budaya Dayak. *Nomaden Institute Cross Cultural Studies* dan Lembaga Literasi Dayak.
- Wijaya, A. 1997. Karakteristik Struktur, Komposisi dan Pemanfaatan Vegetasi Hutan Lindung (*Tana' Ulen*) pada Masyarakat Dayak Kenyah di Desa Batu Majang Kecamatan Long Bagun Kabupaten Kutai. Skripsi Sarjana Pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda.
- Wijaya, A., Rukmiyati, E.M. Angi, A. Hidayat, P. Gumelar, Ruslan, dan Joned. 2003. Laporan Hasil Penelitian: Studi Pengetahuan Tradisional Etnoekologi dan Etnobiologi Masyarakat Lokal di DAS Sebuku Sembakung Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur. Kerjasama Yayasan Biosfer Manusia (BIOMA) dengan Proyek FORMACS -CARE International East Kalimantan.
- Youn, Y.C. 2004. *Pyogo Beoseot, Oak Mushroom*. Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor.

Foto-Foto



Foto 1. Pemanfaatan Kayu Macaranga yang Diraut untuk Hiasan Balai Pertemuan Adat (Foto: Eddy Mangopo Angi)



Foto 2. Pemanfaatan Sumberdaya Hutan untuk Hiasan Kerajinan (Foto: Eddy Mangopo Angi)



Foto 3. Pemanfaatan Sumberdaya Hutan untuk Kayu Bakar (Foto: Eddy Mangopo Angi)



Foto 4. Pemanfaatan Sumberdaya Hutan untuk Pembangunan Lamin Adat (Foto: Eddy Mangopo Angi)



**Foto 5. Pemanfaatan Sumberdaya Hutan untuk Pembangunan Rumah
(Foto: Eddy Mangopo Angi)**



**Foto 6. Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Berupa Pandan Hutan untuk
Kerajinan Tikar (Foto: Eddy Mangopo Angi)**



**Foto 7. Hutan Merupakan Sumberdaya Hutan dan Sumberdaya Non
Kayu Bagi Masyarakat Sekitarnya (Foto: Eddy Mangopo Angi)**



Foto 8. Gaharu Merupakan Sumberdaya Hutan Non Kayu (Foto: Eddy Mangopo Angi)



Foto 9. Peralatan Musik Kulintang Terbuat dari Kayu Macaranga (Foto: Eddy Mangopo Angi)



Foto 10. Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Berupa Kayu untuk Hiasan Tameng (Foto: Eddy Mangopo Angi)



Foto 11. Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Berupa Daun untuk Atap Rumah (Foto: Eddy Mangopo Angi)

POTENSI PEMANFAATAN MACARANGA SEBAGAI BAHAN OBAT DAN KOSMETIK

Oleh: Rico Ramadhan dan Irawan Wijaya Kusuma

A. Pendahuluan

Hutan Hujan Tropis Kalimantan Timur yang sangat luas beserta keanekaragaman hayati di dalamnya menjadi sumberdaya alam yang tidak ternilai harganya. Saat ini sekitar 10.000 spesies tumbuhan hutan yang diketahui berkhasiat obat, namun baru sekitar 200 spesies yang dimanfaatkan sebagai bahan utama pada industri obat tradisional.

Penggunaan bahan alam sebagai obat kini cenderung mengalami peningkatan dengan adanya isu *back to nature* dan krisis ekonomi yang mengakibatkan turunnya daya beli masyarakat terhadap obat-obatan modern yang relatif mahal harganya. Obat dari bahan alam juga dianggap hampir tidak memiliki efek samping saat pemakaian secara lama. Selain itu, peluang pengembangan obat dari bahan alam di Indonesia masih terbuka lebar dimana permintaan pasar yang terus meningkat seiring lajunya penambahan penduduk dan tingginya kesadaran akan efek samping obat sintetik.

Pada saat ini, sebagian hutan hujan tropis di Kalimantan Timur telah berubah fungsi menjadi areal hutan tanaman industri (HTI), perkebunan kelapa sawit, dan kegiatan lain yang berkaitan dengan bidang pertanian. Di Kalimantan Timur sendiri, wilayah hutan hujan tropis dari tahun ke tahun mengalami penurunan dengan rata-rata 9.3 miliar hektar pada tahun 2003. Deforestasi adalah isu krusial dari konservasi keanekaragaman hayati hutan hujan tropis. Deforestasi dapat dikaitkan dengan beberapa penyebab, seperti yang terjadi di

Kalimantan Timur antara lain komersialisasi lahan hutan menjadi perkebunan, pemukiman penduduk melalui program transmigrasi, pengembangan infrastruktur, pertambangan, dan konversi skala besar agroindustri. Semua faktor deforestasi mempunyai pengaruh ekologi terhadap keragaman hayati hutan hujan tropis terutama hilangnya banyak jenis tidak hanya jenis pepohonan tetapi juga jamur, tumbuhan obat dan tanaman endemik hutan hujan tropis Kalimantan Timur.

Untuk melindungi keanekaragaman hayati di Kalimantan Timur perlu langkah konservasi terhadap hutan hujan tropis. Langkah inovasi melindungi keanekaragaman hayati antara lain segi etnofarmakologi dan pencarian obat alami dari tumbuhan yang tumbuh di hutan untuk kesehatan manusia. Obat tradisional selalu identik dengan bahan alami dari tumbuhan yang ditemukan di hutan. Konservasi yang aktif terhadap keanekaragaman hayati baik flora dan fauna masih besar untuk melindungi beberapa area di hutan hujan tropis, hanya saja untuk mencakup semua area wilayah masih sangat kecil. Salah satu tumbuhan potensial Kalimantan Timur adalah spesies dari macaranga, yang perlu penelitian lebih lanjut mengenai potensi bahan obatnya. Berdasarkan etnofarmakologi penduduk lokal akan potensinya sehingga tulisan ini akan membahas potensi yang dimiliki tumbuhan jenis macaranga sebagai bahan obat dan kosmetik dari segi senyawa aktif yang terkandung didalamnya.

B. Konsep Etnofarmakologi

Pemanfaatan tumbuhan alam sebagai bahan obat sudah sejak lama dilakukan masyarakat Indonesia pada umumnya dan penduduk asli Kalimantan Timur yaitu suku Dayak pada khususnya. Kalimantan Timur dengan kekayaan keanekaragaman hayati yang tinggi dengan

didukung dengan pengetahuan tumbuhan obat dari penduduk lokal merupakan aset sangat bernilai tinggi dalam pencarian obat alternatif yang bersifat alami.

Konsep terbaru pencarian tumbuhan obat selain etnobotani ialah etnofarmakologi. Etnofarmakologi merupakan studi berdasarkan informasi penduduk lokal dimana mereka menggunakan tumbuhan yang tumbuh di hutan sebagai obat tradisional yang digunakan dari generasi ke generasi yang lalu dibuktikan secara ilmiah. Dalam perkembangannya, etnofarmakologi mencakup proses ilmiah meliputi observasi, deskripsi dan investigasi melalui eksperimen laboratorium untuk mengetahui kandungan komponen yang aktif dan pengujian aktivitas biologi baik *in vivo* dan *in vitro*.

Informasi etnofarmakologi dari penduduk lokal menjadi hal terpenting bagi kimiawan dan forester dalam upaya pencarian bioaktif komponen dari tumbuhan hutan yang digunakan sebagai obat untuk terapi penyakit tertentu, sebab tanpa informasi etnofarmakologi proses pencarian bioaktif komponen menjadi sangat kurang efektif, konsumsi waktu yang besar dan persentase target yang rendah. Nilai kearifan lokal dalam hal ini adat istiadat dan pengetahuan dari penduduk asli mengenai tumbuhan obat yang berasal dari hutan serta penggunaan secara fungsional dan dukungan ekologi hutan hujan tropis merupakan aspek kunci dari suku Dayak Kalimantan Timur yang sangat penting untuk dimengerti.

Keterkaitan antara adat istiadat dengan keanekaragaman hayati dalam hidup penduduk lokal dapat terlihat dari kehidupan sehari-hari mereka yang sangat dekat dengan kesantunan dalam memanfaatkan hasil hutan terutama tumbuhan obat. Komunitas Dayak Kalimantan Timur sangat sadar bahwa pelestarian hutan sebagai sumberdaya alam

merupakan hal sangat penting dan vital. Harus diakui bahwa degradasi sumberdaya hutan mengakibatkan konsekuensi negatif yang sangat serius terjadi pada generasi berikutnya.

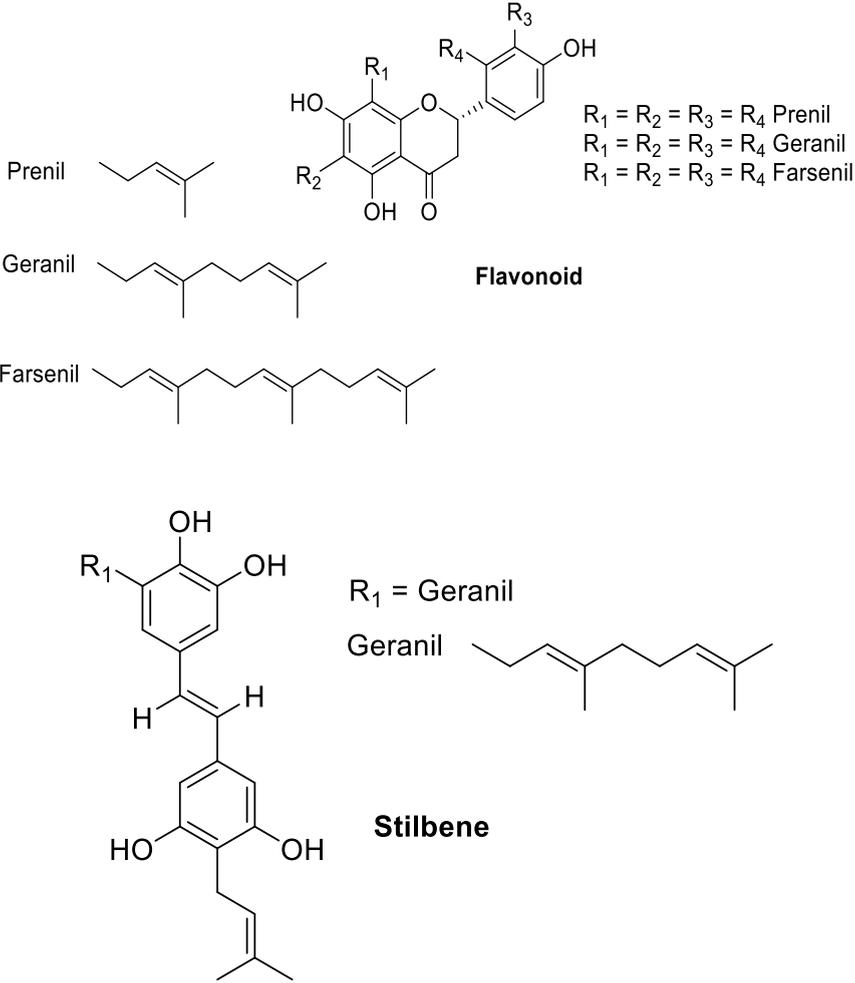
Komunitas Dayak Kalimantan Timur memberikan informasi sangat penting termasuk potensial tumbuhan yang tumbuh di hutan hujan tropis baik digunakan untuk upacara adat, obat dan yang bersifat ekonomi berdasarkan garis keturunan atau dari generasi ke generasi. Penggunaan informasi etnofarmakologi dari masyarakat lokal menjadi salah satu strategi yang mudah dan cepat dalam investigasi senyawa bioaktif dari tumbuhan karena menjanjikan untuk mendapatkan target yang optimal. Salah satu potensi yang perlu digali lebih dalam dari salah satu biodiversitas Kalimantan Timur adalah tumbuhan jenis macaranga.

C. Kandungan Senyawa Aktif dari Macaranga

Investigasi potensi tumbuhan macaranga sebagai tumbuhan obat dan bahan kosmetik di Kalimantan Timur masih belum terlalu optimal. Namun, beberapa peneliti kimia bahan alam dari Fakultas Kehutanan dan FMIPA Universitas Mulawarman telah melakukan pencarian baik berupa skrining fitokimia dan isolasi senyawa aktif dari macaranga di Kalimantan Timur. Para peneliti ini mengaplikasikan informasi etnofarmakologi dari penduduk lokal dalam pencarian senyawa bioaktif yang selanjutnya dikembangkan sebagai obat atau kosmetik. Sebagai salah satu contoh, *Macaranga pearsonii* Merr mengandung golongan flavonon (flavonoid) yang menunjukkan bioaktivitas sebagai antioksidan. Selain itu, dari studi fitokimia dan farmakologi tumbuhan macaranga secara umum menunjukkan variasi kandungan metabolit sekunder seperti terpenoid, flavonoid terpenilasi

dan stilbenoid, dan beberapa senyawa turunan fenolik. Secara khusus, spesies macaranga dari Indonesia menunjukkan kandungan seperti isoprenil, geranil (C₁₀), farnesil (C₁₅), turunan flavonoid dan stilbenoid yang mengandung irregular rantai samping dari sesquiterpen.

Secara umum struktur senyawa dalam macaranga termasuk dalam senyawa dari golongan flavonoid dan stilbene (Gambar 1) hanya saja dalam struktur intinya terdapat substitusi dari golongan terpenoid pada inti aromatiknyanya.



Gambar 3. Struktur Senyawa dari Macaranga yaitu Turunan Flavonoid dan Stilbene

Berdasarkan penelusuran pustaka, macaranga adalah tumbuhan dengan punjung yang tinggi dan daun lebar yang tersebar merata di hutan hujan tropis, mendapatkan cukup sinar matahari semasa waktu hidupnya. Hal ini menjadi alasan mengapa metabolit sekunder utama adalah senyawa fenolik yang tersebar merata di bagian tumbuhan ini yang mempunyai keanekaragaman struktur dan kuantitasnya.

Analisis fitokimia terhadap 4 (empat) jenis ekstrak macaranga yaitu *Macaranga gigantea*, *M. pruinosa*, *M. tanarius* dan *M. triloba* menunjukkan potensi kandidat bahan obat sebagai antiinflamasi. Lebih lanjut, investigasi kandungan senyawa dari genus macaranga menunjukkan keberagaman senyawa yang dikandung setiap bagian tumbuhan yang dianalisis. Beberapa senyawa yang telah diisolasi dari beberapa jenis tumbuhan macaranga disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Investigasi Kandungan Senyawa dari Tumbuhan Macaranga Pada Berbagai Spesies

No	Jenis	Bagian	Nama Senyawa	Literatur
1.	<i>M. indica</i>	Ranting	<ol style="list-style-type: none"> 1. Macarindin A 2. Macarindin B 3. Macarindin C 4. 6-farnesyl-3',4',5,7-tetrahydroxyflavanone 5. Isolicoflavonol 6. Glysaperin A 7. Brousoflavonol 8. Broussonol D 9. Macarangin 10. Ellagic acid 	Da-Song Yang et al. 2015, <i>Fitoterapia</i> , 103, 187-191
2	<i>M. denticulata</i>	Kuncup daun muda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Denticulatain C (Flavonoid-diterpene heterodimer) 2. Denticulatain D (Flavonoid tersubstitusi rantai geranil) 3. Denticulatain E (Flavonoid tersubstitusi rantai geranil) 4. 5-hydroxy-2-(4-hydroxyphenyl)-7-methoxy-6-(3-methylbut-2-enyl) chroman-4-one. 5. Sophoraflavanone A 6. Bonanniol A 7. Diplacol 8. 5,7,3',4'-tetrahydroxy-6-geranylflavonol 9. 5,7,3',4'- tetrahydroxy-3-methoxy-6-geranylflavone 	Da-Song Yang et al. 2015, <i>Fitoterapia</i> , 103, 165-170

No	Jenis	Bagian	Nama Senyawa	Literatur
			10. 3 β -hydroxy-7 α -ethoxy-24 β -ethylcholest-5-ene 11. (24 <i>R</i>)-6 β -hydroxy-24-ethylcholest-4-en-3-one 12. Epitaraxerol 13. α -Tocopherolquinone 14. Boehmenan	
3	<i>M. kurzii</i>	Ranting	1. Kurzphenol A 2. Kurzphenol B 3. Kurzphenol C 4. Dihydroxy-4-(3-methyl-2-butenyl)bibenzyl 5. 6,8-diprenylgalangin 6. Licoflavonol 7. Icaritin 8. 3,4'-di- <i>O</i> -methyl-8-(3-methyl-2-butenyl)kaempferol 9. 5,7-dihydroxy-6,8-diprenylflavanone 10. Isosakuranetin 11. 8-prenylnaringenin 12. Glepidotin B 13. Atractylodin 14. Acetyltractydinol 15. Blumenol A 16. Scopoletin 17. Salicylic acid	Da-Song Yang et al. 2014, <i>Fitoterapia</i> , 99, 261-266
4	<i>M. triloba</i>	Bunga yang berkembang	1. Malaysianone A 2. 6-prenyl-3'-methoxyperiodictyol 3. Nymphaeol B 4. Nymphaeol C 5. 6-farsenyl-3',4',5,7-tetrahydroxyflavanone 6. 5,7-dihydroxycoumarin 7. Scopoletin	Ishak Zakaria et al. 2012, <i>Fitoterapia</i> , 83, 968-972
5	<i>M. tanarius</i>	Daun	1. (+)-pinosinonol-4- <i>O</i> -[6"- <i>O</i> -galloyl]- β -D-glucopyranoside 2. Macarangiosides E 3. Macarangiosides F 4. etc.	Katsuyoshi matsunami et al. 2009, <i>Phytochemistry</i> , 70, 1277-1285
6	<i>M. triloba</i>	Daun	1. 4,5-dihydro-5' α -hydroxy-4' α -methoxy-6a,12a-dehydro- α -toxicarol 2. (+)-clovan-2 β ,9 α -diol 3. Ferulic acid 4. 3,7,3',4'-tetramethylquercetin 5. 3,7,3'-trimethylquercetin 6. 3,7-dimethylquercetin 7. Abcisic acid 8. 1 β ,6 α -dihydroxy-4(15)-eudesmene 9. 3 β -hydroxy-24-ethylcholest-5-en-7-one 10. Loliolide 11. Scopoletin 12. Taraxerol 13. 3- <i>epi</i> -taraxerol	Dae Sik Jang et al. 2004, <i>Phytochemistry</i> , 65, 345-350

No	Jenis	Bagian	Nama Senyawa	Literatur
7	<i>M. conifera</i>	Daun	<ol style="list-style-type: none"> 1. 5-hydroxy-4'-methoxy-2"-2"-dimethylpyrano-(7,8:6",5") flavanone 2. 5,4'-dihydroxy-[2"-(1-hydroxy-1-methylethyl)dihydrofuran]-(7,8:5",4") flavanone 3. 5,7-dihydroxy-4'-methoxy-8-(3-methylbut-2-enyl) flavanone 4. Lonchocarpol A 5. Sophoraflavanone B 6. 5,7-dihydroxy-4'-methoxy-8-(2-hydroxy-3-methylbut-3-enyl) flavanone 7. Tomentosanol D 8. Lupinifolinol 9. Isolicoflavonol 10. 20-epibryonolic acid 	Dae Sik Jang et al. 2002, <i>Phytochemistry</i> , 61, 867-872
8	<i>M. pleiostemona</i>	Daun	<ol style="list-style-type: none"> 1. Macarangaflavanone A 2. Macarangaflavanone B 3. Euchrestaflavanone A 4. Bonannione A 	Barbara A Schütz et al. 1995, <i>Phytochemistry</i> , 40, 1273-1277
9	<i>M. tanarius</i>	Daun	<ol style="list-style-type: none"> 1. Epoxynymphaeol C 2. Nymphaeol B 3. Nymphaeol C 	Yana M Syah and Emillio L Ghisalberti. 2015, <i>Biochemical Systematics and Ecology</i> , 62, 151-154
10	<i>M. personii</i> Merr	Daun	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4'-O-metil-8-isoprenileriodiktiol 2. 4'-O-metil-8-isoprenilnaringenin 3. Lonkokarpol A 	Eva Marlina et al. 2016, <i>Jurnal Kimia Mulawarman</i> , 13, 97-100
11	<i>M. tanarius</i>	Daun	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mallotinic acid 2. Corilagin 3. Macatannin A 4. Macatannin B 5. Chebulagic acid 	Maria D.P.T Gunawan Puteri and Jun Kawabata. 2010, <i>Food Chemistry</i> , 123, 384-389
12	<i>M. mappa</i>	Daun	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mappain 	Jacobus E van der Kaaden et al. 2001, <i>Journal of Natural Products</i> , 64, 103-105
13	<i>M. schweinfurthii</i>	Daun	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schweinfurthin A 2. Schweinfurthin B 3. Schweinfurthin C 4. Schweinfurthin D 	John A Beutler et al. 2000, <i>Natural Product Letters</i> , 14, 399-404

D. Potensi Bahan Obat

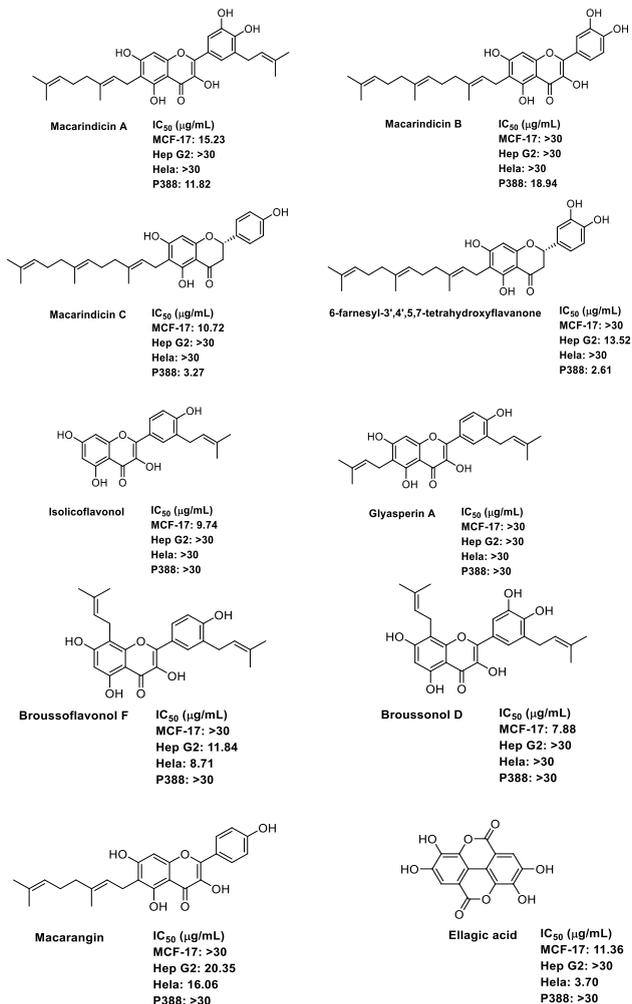
Investigasi potensi tumbuhan macaranga sebagai tumbuhan obat telah banyak dilakukan, seperti pengujian menggunakan berbagai analisa laboratorium. Secara tradisional, macaranga dapat digunakan sebagai obat terapi. Di Malaysia dan Thailand akar *Macaranga tanarius*

digunakan sebagai antipiretik, antitussif dan antiinflamasi. Di Kalimantan (Sabah dan Serawak), tunas muda *Macaranga gigantea* digunakan sebagai anti infeksi bakteri dan rendaman daun dari *Macaranga triloba* digunakan sebagai obat sakit perut. Berdasarkan aplikasi tradisional ini, tumbuhan macaranga diharapkan memiliki potensi aktivitas antioksidan yang tinggi. Akan tetapi, perlu pengkajian lebih dalam potensi bioaktivitas lain dari berbagai jenis tumbuhan macaranga tersebut guna mengoptimalkan potensi yang dimiliki. Salah satu prinsip kerja obat tradisional adalah proses (reaksinya) yang lambat namun bersifat konstruktif.

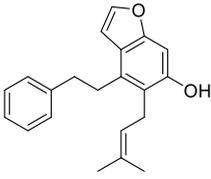
Secara skala laboratorium, pengujian bioaktivitas macaranga menunjukkan hasil bioaktivitas yang cukup menjanjikan dalam pencarian tumbuhan obat yang efektif untuk kandidat bahan obat. Dalam pencarian senyawa aktif sebagai kandidat bahan obat perlu dilakukan serangkaian proses seperti mengisolasi senyawa tunggal, diikuti dengan elusidasi strukturnya, pengujian baik *in vitro* ataupun *in vivo* yang kemudian dilanjutkan pengujian praklinis sebelum akhirnya dinyatakan aman untuk dikonsumsi dalam bentuk obat.

Pengujian ekstrak dan senyawa tunggal dari jenis tumbuhan macaranga sudah dilakukan dari beberapa dekade lamanya, hampir semua jenis tumbuhan macaranga cukup menjanjikan dan berpotensi sebagai bahan obat. Skrining bioassay ekstrak dari 3 jenis macaranga (*Macaranga denticulata*, *M. pruinosa* dan *M. Gigantea*) menunjukkan potensi sebagai antitirozinase dan mampu menghambat nitrit oksida yang merupakan radikal bebas cikal bakal kerusakan sel. Selain itu juga, ketiga jenis tumbuhan ini telah di ujikan sebagai antikolinesterase yang merupakan prekursor penyakit Alzheimer's dan menunjukkan potensi penghambatan yang signifikan.

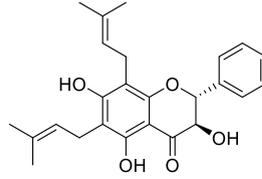
Beberapa senyawa baru dan yang telah diketahui struktur kimianya cukup menjanjikan dalam berbagai pengujian laboratorium antara lain antioksidan, antibakteri, anti-tirosinase, antikanker, dan antimalaria, penghambatan cyclooxygenase-1 dan 2 (COX-1 & COX-2), anticholinesterase (anti-Alzheimer's), penghambatan nitrit oksida (NO_x) dan antidiabetes. Struktur senyawa dan substitusi yang terikat cincin aromatik flavonoid atau stilbene dari senyawa yang diisolasi dari jenis macaranga mempengaruhi bioaktivitas yang dimiliki.



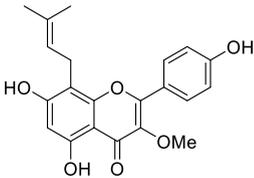
Gambar 4. Senyawa Ranting *Macaranga indica* dan Bioaktivitasnya Sebagai Antikanker (Diujiikan Pada 4 Sel Kanker)



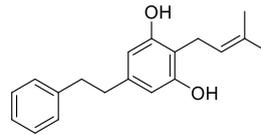
Kruzphenol A IC₅₀ (μg/mL)
A-549: >100
Hep G2: 30.14



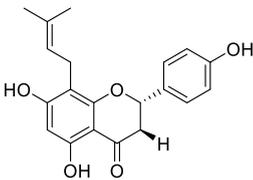
Kruzphenol B IC₅₀ (μg/mL)
A-549: >100
Hep G2: >100



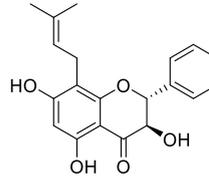
Kruzphenol C IC₅₀ (μg/mL)
A-549: 17.11
Hep G2: >100



3,5-dihydroxy-4-(3-methyl-2-butenyl) bibenzyl IC₅₀ (μg/mL)
A-549: 16.01
Hep G2: >100



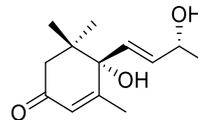
8-prenylnaringenin IC₅₀ (μg/mL)
A-549: 9.76
Hep G2: >100



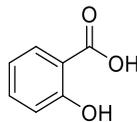
Glepidotin B IC₅₀ (μg/mL)
A-549: 15.32
Hep G2: >100



Acetylratractylodiol IC₅₀ (μg/mL)
A-549: 18.22
Hep G2: >100

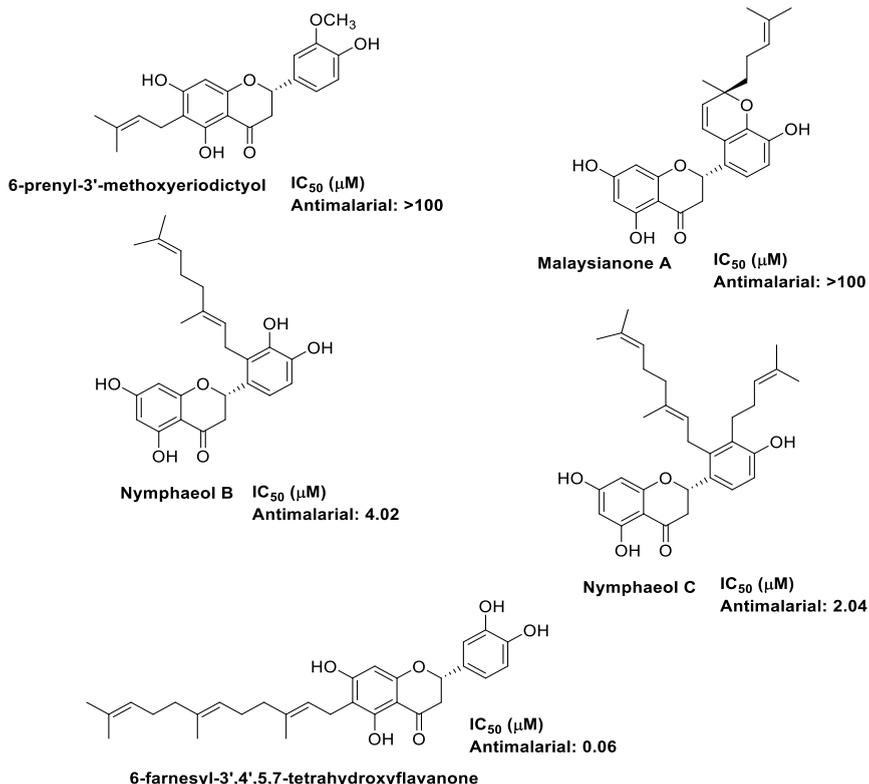


Acetylratractylodiol IC₅₀ (μg/mL)
A-549: 18.23
Hep G2: >100

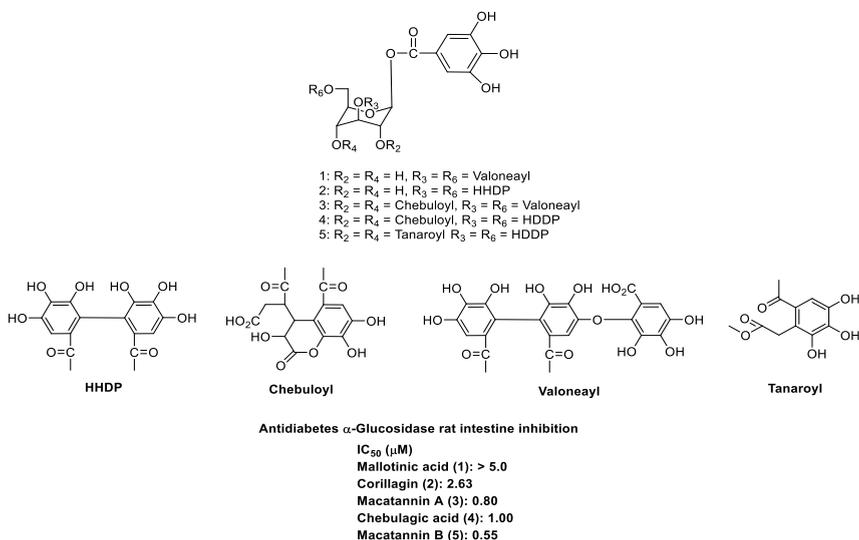


Salicylic acid IC₅₀ (μg/mL)
A-549: 12.01
Hep G2: >100

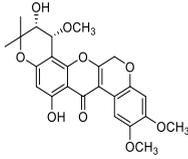
Gambar 5. Senyawa Ranting *Macaranga kurzii* dan Bioaktivitasnya Sebagai Antikanker (Diujiikan Pada 2 Sel Kanker)



Gambar 6. Senyawa dari Bunga yang Berkembang *Macaranga triloba* dan Bioaktivitasnya Sebagai Antimalarial



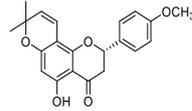
Gambar 7. Senyawa Daun *Macaranga tanarius* dan Bioaktivitasnya Sebagai Antidiabetes



4,5-dihydro-5'- α -hydroxy-4'- α -methoxy-6a,12a-dehydro- α -toxicarol

IC₅₀ (μ M)

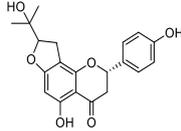
COX-1 and COX-2 inhibition: >100



5-hydroxy-4'-methoxy-2'',2''-dimethylpyrano-(7,8:6'',5'') flavanone

IC₅₀ (μ M)

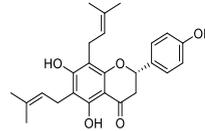
COX-1 and COX-2 inhibition: >100



5,4'-dihydroxy-[2''-(1-hydroxy-1-methylethyl)dihydrofuranol]-(7,8:5'',4'') flavanone

IC₅₀ (μ M)

COX-1 and COX-2 inhibition: >100

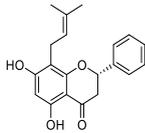


Lonchocarpol A

IC₅₀ (μ M)

COX-1 inhibition: 16.9

COX-2 inhibition: 9.5

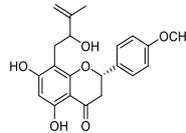


Sophoraflavanone B

IC₅₀ (μ M)

COX-1 inhibition: 72.6

COX-2 inhibition: > 100

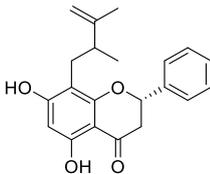


5,7-dihydroxy-4'-methoxy-8-(2-hydroxy-3-methylbut-3-enyl) flavanone

IC₅₀ (μ M)

COX-1 inhibition: 126.2

COX-2 inhibition: > 100

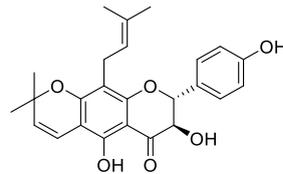


Tomentosanol D

IC₅₀ (μ M)

COX-1 inhibition: > 100

COX-2 inhibition: 27.8

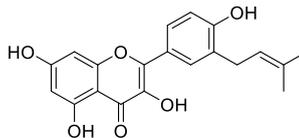


Lupinifolinol

IC₅₀ (μ M)

COX-1 inhibition: 12.8

COX-2 inhibition: 28.9



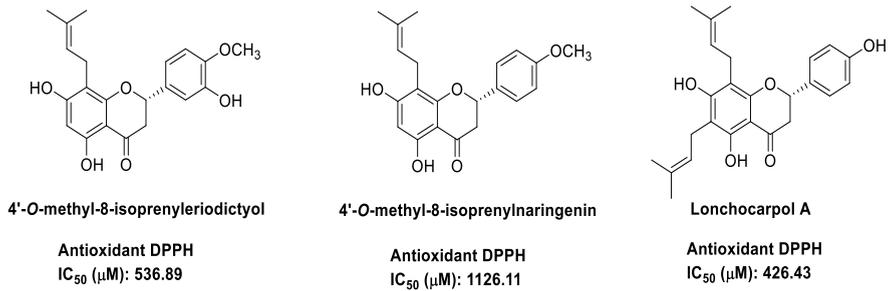
Isolicoflavonol

IC₅₀ (μ M)

COX-1 inhibition: 10.4

COX-2 inhibition: 6.2

Gambar 8. Senyawa Daun *Macaranga triloba* dan *M. conifera* Serta Bioaktivitasnya Sebagai Penghambat COX-1 and COX-2



Gambar 9. Senyawa Daun *Macaranga personii* dan Bioaktivitasnya Sebagai Antioksidan

Berdasarkan uraian diatas menunjukkan bahwa besarnya potensi tumbuhan macaranga sebagai sumber bahan obat. Sehingga perlunya pengembangan lebih dalam terhadap potensi tumbuhan macaranga di Kalimantan Timur, terutama dalam pengembangan obat-obat alami dan prekursor pembuatan obat sintetis dengan struktur kimia yang identik dengan struktur alaminya.

E. Potensi Bahan Kosmetik

Pemanfaatan hasil hutan di Indonesia secara umum masih tergolong rendah dan belum maksimal karena sebagian besarnya hanya menjadi limbah, sehingga perlu peningkatan nilai tambah hasil hutan dari seluruh bagian tumbuhan dan pengembangan komponen kimia yang terkandung didalamnya sebagai produk bernilai dalam hal kesehatan. Salah satunya adalah pemanfaatan senyawa metabolit sekunder sebagai bahan kimia aktif alami sebagai produk kosmetik pemutih dan antipenuaan kulit.

Kondisi Indonesia yang terletak di wilayah tropis menyebabkan masyarakatnya mengalami penuaan dini pada kulitnya. Paparan UV di wilayah tropis merupakan salah satu sumber radikal bebas yang bisa menyebabkan penuaan dini, kerusakan sel kulit serta meningkatkan

aktivitas enzim tirosinase yang menjadi pensintesa pigmen melanin penyebab warna kulit menjadi kecoklatan. Tirosinase adalah enzim utama sintesis melanin karena mempunyai kemampuan mengkatalis tiga reaksi yang berbeda dalam satu jalur biokimia sintesis melanin, dengan jalur mengubah L-tirosin menjadi DOPA, mengubah DOPA menjadi DOPA *quinone*, dan DHI menjadi *indole-5-6-quinone* dengan hasil akhir berupa melanin yang berwarna hitam.

Produk-produk kecantikan seperti kosmetik sangat berkembang pesat dari tahun ke tahun, namun sebagian besar produk kosmetik tersebut mengandung bahan kimia sintetis yang sangat berbahaya. Butil hidroksi toluen (BHT) merupakan salah satu senyawa kimia sintetis yang sangat banyak ditemukan pada produk kosmetik yang berfungsi sebagai antioksidan, namun efek samping dari BHT bersifat karsinogenik (pemicu kanker). Contoh lain, senyawa hidrokuinon yang biasa digunakan sebagai pemutih pada produk kosmetik yang memiliki efek samping karsinogenik dan menyebabkan iritasi pada kulit. Hal ini yang menginspirasi pengembangan kosmetik berbahan dasar senyawa kimia alami tumbuhan berfungsi identik dengan senyawa sintetis. Beberapa penelitian membuktikan metabolit sekunder tumbuhan berpotensi sebagai antioksidan dan penghambat enzim tirosinase. Senyawa metabolit sekunder golongan fenolik juga terbukti berfungsi sebagai antioksidan alami yang menghambat penuaan dini kulit.

Macaranga merupakan salah satu tumbuhan Kalimantan Timur yang perlu pengembangan lebih mendalam sebagai penyedia senyawa metabolit sekunder. Berdasarkan studi pustaka, senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam macaranga membuktikan sebagian besar tumbuhan ini mengandung senyawa fenolik golongan flavonoid dan stibenoid beserta turunannya. Sebagai contoh, isolasi senyawa

fenolik dari daun *Macaranga personii* menghasilkan senyawa fenolik golongan flavonoid seperti 4'-*O*-metil-8-isoprenileriodiktiol, 4'-*O*-metil-isoprenilnaringenin dan lonkokarpol A yang secara pengujian laboratorium terbukti memiliki aktivitas antioksidan alami.

Pengembangan macaranga sebagai bahan kosmetik merupakan hal penting karena potensi kandungan kimianya. Penelitian Lim dkk (2009) menganalisa potensi 4 jenis macaranga sebagai bahan kosmetik melalui pengujian aktivitas anti-tirosinase yang berhubungan dengan aktivitas antioksidan.

Tabel 4. Aktivitas Anti-Tirosinase dan Antioksidan 4 Jenis Macaranga

Jenis macaranga	Persen penghambatan (%)	Ekuivalen Kojic acid (mg/g)	Ekuivalen quercetin (mg/g)	DPPH IC ₅₀ (mg/mL)
<i>M.gigantea</i>	52,8	5,8	17,8	0,171
<i>M.pruinosa</i>	61,2	6,8	20,7	0,165
<i>M.tanarius</i>	53,9	5,9	18,2	0,175
<i>M.triloba</i>	54,0	6,0	14,8	0,151

Sumber: Lim dkk, 2009

Tabel di atas menunjukkan *M.gigantea*, *M.tanarius* dan *M.triloba* memiliki potensi aktivitas anti-tirosinase yang sama tetapi sedikit rendah aktivitasnya dari *M.pruinosa*, tetapi umumnya daun 4 jenis macaranga ini menunjukkan potensi baik terhadap penghambatan tirosinase (>50 %). Hal ini sejalan dengan aktivitas antioksidan yang di tunjukkan, dari hasil ini dapat diketahui bahwa 4 jenis macaranga di atas secara umum memiliki potensi sangat baik untuk dikembangkan sebagai bahan baku kosmetik dengan fungsinya sebagai antioksidan sekaligus anti-tirosinase untuk pencegahan penuaan dini pada kulit.

Analisa potensi macaranga sebagai bahan kosmetik alami dari setiap bagian tumbuhan macaranga juga telah dilakukan. Mazlan dkk (2013) melakukan serangkaian penelitian anti-tirosinase pada bagian tanaman seperti kulit batang dan daun beberapa jenis macaranga.

Tabel 5. Aktivitas Anti-Tirosinase dan Antioksidan 3 Jenis Macaranga

Jenis macaranga	Bagian tumbuhan	Fraksi	Penghambatan Tirosinase (%)
<i>M.denticulata</i>	Kulit Batang	MeOH	68,7
		<i>n</i> -Hexane	22,3
		Diklorometan	5,08
		Etil asetat	57,3
		Butanol	50,9
		Air	48,7
	Daun	MeOH	27,4
	<i>M.pruinosa</i>	Kulit Batang	MeOH
Daun		MeOH	52,1
		<i>n</i> -Hexane	14,4
		Diklorometan	23,5
		Etil asetat	49,8
		Butanol	51,2
		Air	33,6
<i>M.gigantea</i>	Kulit Batang	MeOH	25,3
	Daun	MeOH	51,6
		<i>n</i> -Hexane	16,8
		Diklorometan	30,8
		Etil asetat	35,9
		Butanol	49,9
		Air	40,3

Sumber: Mazlan et al (2013)

Tabel di atas menunjukkan potensi macaranga dari setiap jenis bagian tumbuhan sebagai bahan kosmetik melalui penghambatan tirosinase. Hasil kedua riset di atas menunjukkan potensi macaranga sebagai bahan kosmetik. Sehingga urgensi pengembangan potensi tumbuhan macaranga di Kalimantan Timur dalam hal pengembangan produk-produk kosmetik yang alami sangat perlu dilakukan. Hasil-hasil riset laboratorium sangat mendukung dan memberikan gambaran bahwa ada potensi besar di balik tumbuhan macaranga.

F. Potensi Bahan Pakan Ternak

Pengembangan potensi macaranga tidak hanya sebagai bahan obat dan kosmetik tetapi juga dapat menjadi pakan ternak. Kontribusi

macaranga sebagai sumber pakan ternak ruminansia (kambing) telah diterapkan di Manokwari, Papua oleh masyarakat lokal. Hasil analisa komposisi metabolit primer menunjukkan bahwa daun macaranga mengandung kadar bahan kering (88,4%), protein (15,5%), serat kasar (15,6%), lemak (7,5%), kadar abu (5,7%), kalsium (1,1%), fosfor (0,2%) dan energi sebesar 4.105 kalori/gram. Penelitian Freddy dan Syarifudin (2000) menunjukkan bahwa daun macaranga dapat digunakan sebagai pakan ternak. Hal ini diperkuat dengan hasil analisa proksimat yang menunjukkan bahwa kandungan protein macaranga diatas 10%. Selain itu, penelitian tersebut mencoba mengkombinasi 50% daun macaranga dengan rumput biasa dimana hasilnya berpengaruh terhadap tingkat konsumsi pakan oleh ternak yang akhirnya memberikan pengaruh pada pertambahan bobot badan ternak. Dari hasil penelitian ini dapat direkomendasikan bahwa potensi macaranga memiliki spektrum luas dan potensial dikembangkan terutama guna mencukupi kebutuhan pangan ternak ruminansia (kambing) dan pengembangan penelitian lebih mendalam terhadap pemberian daun macaranga sebagai pakan ternak untuk ternak ruminansia besar yaitu sapi dan kerbau.

G. Penutup

Berdasarkan laporan analisa fitokimia dan farmakologi dari beberapa jenis macaranga dipandu dengan etnofarmakologi informasi dari penduduk lokal menunjukkan bahwa macaranga secara umum dan khusus memiliki potensi yang begitu besar yaitu sebagai bahan obat alami dan juga bahan kosmetik. Serangkaian pencarian senyawa aktif yang terkandung didalam setiap bagian tumbuhan macaranga baik itu daun, kulit batang dan ranting menunjukkan keanekaragaman struktur kimia metabolit sekunder yang dikandungnya begitu juga

dengan kuantitas komponen kimia tersebut. Hasil isolasi senyawa metabolit sekunder dari jenis macaranga menunjukkan turunan flavonoid dan stilben merupakan senyawa dengan kuantitas yang besar pada bagian daun, kulit batang dan ranting.

Potensi macaranga sebagai bahan obat dan kosmetik diketahui dari senyawa yang berhasil diisolasi dan hasil pengujian laboratorium seperti pengujian antioksidan, antidiabetes, antibakteri, antitirozinase, antikanker, antimalaria, penghambatan cyclooxygenase-1 dan 2 (COX-1 & COX-2), anticholinesterase (anti-Alzheimer's), penghambatan nitrit oksida (NO_x). Hasil pengujian ini dapat digunakan sebagai panduan untuk mengembangkan lebih dalam potensi tumbuhan macaranga dari segi penyedia bahan obat dan kosmetik yang alami. Lebih lanjut, investigasi dari segi farmasi dan fitokimia menunjukkan bahwa baik ekstrak kasar maupun senyawa isolasi dari beberapa jenis macaranga memiliki potensi cukup penting untuk dikembangkan lebih mendalam. Pengembangan sebagai obat modern dapat dikembangkan intensif melalui serangkaian investigasi seperti bioaktivitas, mekanisme kerja, toksisitas terhadap sel, uji standarisasi obat dan pengujian klinis.

Hal lain yang juga menjadi salah satu pembentuk pemanfaatan tumbuhan macaranga adalah kontribusi tumbuhan macaranga sebagai sumber pakan ternak ruminansia (kambing) di Manokwari, Papua oleh masyarakat lokal. Hal ini dapat direkomendasikan dan dikembangkan secara langsung di Kalimantan Timur dan merupakan indikasi bahwa pemanfaatan potensi macaranga memiliki spektrum luas dan sangat potensial terutama mencukupi kebutuhan pangan ternak ruminansia lainnya seperti sapi dan kerbau.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa perlunya pengembangan dan pemanfaatan tumbuhan macaranga lebih optimal

guna mendukung pencarian dan pengembangan tumbuhan berkhasiat obat dan mendorong pengembangan industri kosmetik yang berbahan alami di Kalimantan Timur.

Daftar Pustaka

- Ahmad, F., Holdsworth, DK. 2003. *Medicinal Plants of Sabah, East Malaysia-Part I*. *Pharmaceutical Biology* 41, 340-346.
- Ariyani, F., Amin, I., Fardiaz, D., dan Budiyanto, S. 2008. Aplikasi Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn) dalam Menghambat Oksidasi Lemak Jambal Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 3, 157-169.
- Arung, E.T., Shimizu, K., and Kondo, R. 2006. *Inhibitory Effect of Artocarpone from Artocarpus heterophyllus on Melanin Biosynthesis*. *Biological & Pharmaceutical Bulletin* 29, 1966-1969.
- Beutler, J.A., Jato, J., Cragg, G.M., and Boyd, M.R. 2000. *Schweinfurthin D, a cytotoxic stilbene from Macaranga schweinfurthii*. *Natural Product Letters* 14, 399-404.
- Broich, M., Hansen, M.C., Potapov, P., Adusei, B., Lindquist, E., and Stehman, S.V. 2011. *Time-Series Analysis of Multi-Resolution Optical Imagery for Quantifying Forest Cover Loss in Sumatra and Kalimantan, Indonesia*. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 13, 277-291.
- De Jong, W. 1997. *Developing Swidden Agriculture and The Threat of Biodiversity Loss*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 62, 187-197.
- Fukuda, T., Ito, H., and Yoshida, T. 2004. *Effect of The Walnut Polyphenol Fraction on Oxidative Stress in Type 2 Diabetes Mice*. *Biofactors* 21, 251-254.
- Gunawan-Puteri, M.D.P.T and Kawabata, J. 2010. *Novel α -glucosidase Inhibitors from Macaranga tanarius Leaves*. *Food Chemistry* 123, 384-389.
- Heinrich, M., Edwards, S., Moerman, D.E., and Leonti, M. 2009. *Ethnopharmacological Field Studies: a Critical Assessment of Their Conceptual Basis and Methods*. *Journal of Ethnopharmacology* 124, 1-17.

- Jang, D.S., Cuendet, M., Hawthorne, M.E., Kardono, L.B.S., Kawanishi, K., Farnsworth, N.R., Fong, H.H.S., Pezzuto, J.M., Mehta, R.G and Kinghorn, A.D. 2002. *Prenylated Flavonoids of The Leaves of Macaranga conifer With Inhibitory Activity against cyclooxygenase-2*. *Phytochemistry* 61, 867-872.
- Jang, D.S., Cuendet, M., Pawlus, A.D., Kardono, L.B.S., Kawanishi, K., Farnsworth, N.R., Fong, H.H.S., Pezzuto, J.M., and Kinghorn, A.D. 2004. *Potential Cancer Chemopreventive Constituents of The Leaves of Macaranga triloba*. *Phytochemistry* 65, 345-350.
- Joshi, L., Wijaya, K., Sirait, M., and Mulyoutami, E. 2004. *Indigenous Systems and Ecological Knowledge among Dayak People in Kutai Barat, East Kalimantan–A Preliminary Report*. ICRAF Southeast Asia Working Paper.
- Lim, T.Y., Lim, Y.Y., and Yule, C.M. 2004. *Evaluation of Antioxidant, Antibacterial and Anti-Tyrosinase Activities of Four Macaranga Species*. *Food Chemistry* 114, 594-599.
- Marliana, E., Tjahjandarie, T.S., and Tanjung, M. 2016. *Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid Macaranga personii Merr.* *Jurnal Kimia Mulawarman* 13, 97-100.
- Matsunami K, Otsuka H, Kondo K, Shinzato T, Kawahata M, Yamaguchi K, and Takeda Y. 2009. *Absolute Configuration of (+)-Pinoresinol 4-O-[6''-O-Galloyl]-B-D-Glucopyranoside, Macarangioides E, and F Isolated from The Leaves of Macaranga tanarius*. *Phytochemistry* 70, 1277-1285.
- Mazlan, N.A., Mediani, A., Abas, F., Ahmad, S., Shaari, K., Khamis, S., and Lajis, N.H. 2013. *Antioxidant, Antityrosinase, Anticholinesterase, and Nitric Oxide Inhibition Activities of Three Malaysian Macaranga Species*. *The Scientific World Journal*.
- Miyazawa, M., and Tamura, N. 2007. *Inhibitory Compound of Tyrosinase Activity from The Sprout Of Polygonum hydropiper L. (Benitade)*. *Biological & Pharmaceutical Bulletin* 30, 595-597.
- Park, H.Y., Yaar, M. 2012. *Biology of Melanocytes*. In Goldsmith, L.A., Katz, S.I., Gilchrest, B.A., Paller, A.S., Leffel, D.J (Eds). *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine* (Edition-8). New York: McGraw-Hill, pp. 795-81.
- Schutz, B.A., Wright, A.D., Rali, T., and Sticher, O. 1995. *Prenylated Flavanones from Leaves of Macaranga pleiostemona*. *Fitoterapia* 40, 1273-1277. .

- Sidiyasa K. 2001. *Tree Diversity in The Rain Forests of Kalimantan*. In *The Balance between Biodiversity Conservation and Sustainable Use of Tropical Rain Forests*. Hillegers PJM, Iongh HH de (Eds). The Tropenbos Foundation, Wageningen, The Netherlands, pp. 69-77.
- Sligh, D.F., Ueda, H., Arvigo, R., and Balick, M.J. 1999. *Ethnobotany in the Search for Vasoactive Herbal Medicines*. *Journal of Ethnopharmacology* 66, 159-165.
- Sumino, M., Sekine, T., Ruangrunsi, N., Igarashi, K., and Ikegami, F. 2002. *Ardisiphenols and Other Antioxidant Principles from the Fruits of Ardisia colorata*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 50, 1484-1487.
- Syah, Y.M., Ghisalberti, E.L. 2015. *Flavanone Derivatives from Macaraga tanarius*. *Biochemical Systematic and Ecology* 62, 151-154.
- Van der kaaden, J.E., Hemscheidt, T.K., and Mooberry, S.L. 2001. *Mappain, a New Cytotoxic Prenylated Stilbene from Macaranga mappia*. *Journal of Natural Products* 64, 103-105.
- Yang, D., Li, Z., Peng, W., Yang, Y., Wang, X., Liu, K., Li, X., and Liao, W. 2015. *Three New Prenylated Flavonoids from Macaranga denticulate and Their Anticancer Effects*. *Fitoterapia* 103, 165-170.
- Yang, D., Peng, W., Yang, Y., Liu, K., Li, X., and Xiao, W. 2015. *Cytotoxic Prenylated Flavonoids from Macaranga indica*. *Fitoterapia* 103, 187-191.
- Yang, D., Wei, J., Peng, W., Wang, S., Sun, C., Yang, Y., Liu, K., and Li, X. 2014. *Cytotoxic Prenylated Bibenzyls and Flavonoids from Macaranga kurzii*. *Fitoterapia* 99, 261-266.
- Zakaria, I., Ahmat, N., Jaafar, F.M., and Widyawaruyanti, A. 2012. *Flavonoids with Antiplasmodial and Cytotoxic Activities of Macaranga triloba*. *Fitoterapia* 83, 968-972.

POTENSI PEMANFAATAN MACARANGA SEBAGAI BAHAN BAKU LIGNOSELULOSIK ETANOL DAN LISTRIK BIOMASSA

Oleh: Rudianto Amirta dan Muhammad Taufiq Haqiqi

A. Pendahuluan

Pulau Kalimantan (Borneo) dan Provinsi Kalimantan Timur secara lebih khusus jika ditinjau dari letak geografisnya berada pada garis Khatulistiwa dan berada tepat di salah satu jantung dari hutan tropis basah yang masih dimiliki dunia saat ini. Kawasan hutan tropis basah ini diketahui menyimpan banyak kekayaan dan keragaman jenis hayati. WWF Indonesia bahkan melaporkan bahwa kawasan hutan di Kalimantan (Kayan Mentarang) memiliki sekitar 15.000 jenis tanaman dan nilai keberagaman ini merupakan yang paling tinggi, jika dibandingkan dengan tempat manapun di muka bumi ini (Pio dan D'Cruz, 2008). Hutan di Kalimantan juga menyimpan kekayaan jenis-jenis endemik. Tercatat sedikitnya 6.000 jenis tanaman yang tergolong kedalam klasifikasi ini, termasuk 155 jenis pohon dipterokarpa dan 300 jenis kayu dari genus macaranga.

Macaranga mempunyai ciri-ciri yang sangat mudah dikenali. Menurut Slik et al. (2003), macaranga termasuk famili Euphorbiaceae. Macaranga dikenal dan diklasifikasikan sebagai satu dari beberapa jenis tumbuhan pionir yang memiliki kemampuan pertumbuhan yang cepat di ekosistem hutan hujan tropis. Dua belas jenis macaranga dilaporkan umum dijumpai di kawasan hutan hujan tropis Kalimantan Timur, yakni *M. bancana*, *M. hypoleuca*, *M. depressa*, *M. gigantea*, *M. hullettii*, *M. hypoleuca*, *M. motleyana*, *M. lowii*, *M. pearsonii*, *M.*

tanarius, *M. trichocarpa*, dan *M. winkleri*. Umumnya, jenis-jenis pada sering dijumpai tumbuh pada kawasan hutan sekunder dan primer. Namun, *M. hullettii* dan *M. lowii* lebih sering dijumpai pada areal hutan primer. Sedangkan *M. gigantea*, *M. hypoleuca* dan *M. pearsonii* adalah jenis macaranga yang diketahui memiliki kemampuan adaptasi yang kuat dan umumnya mudah dijumpai pada kawasan hutan terganggu, dibanding dengan jenis lainnya (Slik et al., 2003).

Macaranga merupakan regnum plantae/plantarum, Devisi Spermatophyta, Subdevisi Angiospermae, Kelas Dicotyledoneae, Ordo Geraniales, Famili Euphorbiaceae, Genus Macaranga, Spesies *M. gigantea* Mull.Arg. Lebih lanjut dikemukakan Slik, daerah penyebaran kayu Macaranga meliputi Burma, Thailand, Semenanjung Malaysia, Sumatra, Sulawesi, dan Borneo (Sarawak, Brunei, Sabah, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Timur). Ciri-ciri lapangan dari tumbuhan ini adalah tinggi pohonnya yang dapat mencapai 25 m dengan diameter atau lingkaran tengah batang 55 cm. Batang lurus, bulat, tidak berbanir, berkulit halus dengan warna coklat muda abu-abu. Tajuk agak melebar dan tidak seberapa lebar. Daun tunggal berbentuk bulat telur yang melebar dan bercagak dalam tiga. Permukaan bawah daun putih, berbuku halus dengan urat daun menjari. Daun yang berbentuk setengah bulatan. Kayu macaranga berwarna putih kecoklatan, batas antara kayu gubal dan kayu teras tidak jelas, lingkaran tumbuh tidak jelas, kesan raba agak licin dan susunan pori tata baur.

Terkait dengan macaranga, tumbuhan ini dikenal sebagai salah satu jenis pionir yang diklasifikasikan dalam spesies yang dapat tumbuh dengan sangat cepat di dalam ekosistem hutan tropis. Selain di Indonesia dan Malaysia, macaranga juga dilaporkan ditemukan di

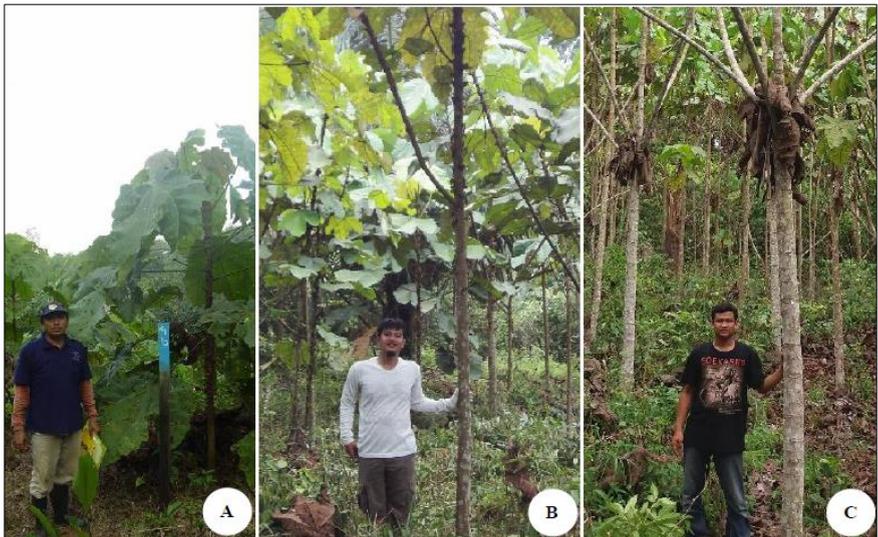
bagian selatan Asia (Webster, 1994). Dengan sifat yang dimilikinya, kayu macaranga sangat berpotensi untuk menghasilkan biomassa dalam jumlah yang tinggi.

Meski dikenal memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah, namun potensi biomasa macaranga belum sepenuhnya dirasakan manfaatnya. Kurangnya informasi mengenai sifat dasar, fungsi dan kesesuaian penggunaan biomasa dari tanaman ini, diyakini sebagai alasan utama dan menjadi faktor penghalang dalam pemanfaatan macaranga sebagai bahan baku dalam memproduksi bahan bakar dan produksi energi. Dari hal inilah, kami mencoba menggali lebih dalam karakteristik yang dimiliki berbagai jenis kayu Macaranga khususnya yang tersebar pada komunitas hutan hujan tropis di Kalimantan Timur.

B. Pertumbuhan dan Produksi Biomassa Macaranga

Sebagai tanaman dengan fokus sebagai penghara (*feedstock*) atau lebih dikenal sebagai bahan baku dalam pembangkit listrik maupun sumber energi lainnya, serta dengan karakteristik yang dimilikinya maka sangatlah tepat jika macaranga dikembangkan sebagai jenis unggulan sebagai *Short Rotation Wood Crops* (SRWC). Selama ini, di Indonesia kita hanya mengenal sistem penanaman kehutanan berupa Hutan Tanaman Industri (HTI) untuk menyuplai kebutuhan bahan baku pulp dan kertas. Adapun jenis yang ditanam masih banyak dari jenis eksotis seperti akasia, gmelina, sengon dan leda (*Eucalyptus* sp). Saat ini, belum ada penanaman khusus di sektor kehutanan di Indonesia yang digunakan sebagai bahan baku energi terbarukan. Tanpa kita sadari, beberapa jenis kayu tropis seperti halnya macaranga menyimpan potensi pemanfaatan yang besar sebagai penghasil energi. Sesuai dengan literatur Amirta et al. 2016c

bahwa jenis *Macaranga gigantea* mempunyai pertumbuhan ideal berdasarkan hasil implementasi penanaman dan pembudidayaan yang telah dilakukan. Pengembangan jenis ini tergolong mudah dan tanpa memerlukan banyak nutrisi yang diberikan karena pada umumnya jenis ini merupakan jenis pionir yang banyak tumbuh pada hutan sekunder atau kawasan hutan yang sebelumnya terganggu. Melalui gambar berikut ini, tingginya biomassa kayu yang dapat diperoleh dapat dilihat dari perbandingan antara tanaman *M. gigantea* selama 3 tahun penanaman dengan jarak tanam 3 m x 3 m.



Gambar 10. Perbandingan *Macaranga gigantea* : (A) Usia 1 Tahun, (B) Usia 2 Tahun dan (C) Usia 3 Tahun (Amirta et al., 2016c)

M. gigantea yang telah ditanam di Hutan Pendidikan Lempake Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda memiliki rata-rata tinggi tanaman mencapai 1,76 m pada usia 1 tahun, meningkat menjadi 7,51 m pada usia 2 tahun dan 9,00 m pada usia 3 tahun. Begitu pula dengan rata-rata diameter batangnya yang meningkat dari 3,41 cm, 9,70 cm dan 11,50 cm tiap tahunnya. Dari data ini juga diperoleh informasi bahwa *M. gigantea* mempunyai riap diameter 3 - 6 cm

pertahun. Pada usia 3 tahun, biomassa kayu kering yang dihasilkan mampu mencapai 26.119 kg/ha (Amirta et al., 2016c). Banyaknya biomassa yang diperoleh merupakan pencerminan karakteristik biomassa sebagai bahan baku energi ramah lingkungan di masa depan (Mc.Kendry, 2002a).

Tabel 6. Pertumbuhan dan Potensi Kering Biomassa Macaranga

Indikator	1 Tahun	2 Tahun	3 Tahun
Kerapatan Kayu (g/cm^3)	-	$0,30 \pm 0,05$	$0,33 \pm 0,07$
Diameter (cm)	$3,41 \pm 0,53$	$9,70 \pm 0,25$	$11,5 \pm 2,10$
Tinggi (m)	$1,76 \pm 0,34$	$7,51 \pm 1,60$	$9,00 \pm 1,70$
Biomassa Kering (kg ha^{-1})	1.297	17.154	26.119

Sumber: Amirta et al. (2016c)

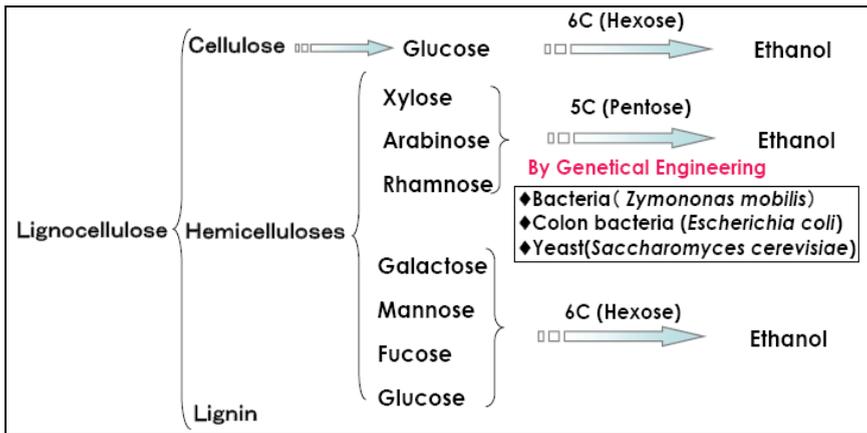
Kedepannya, penelitian terkait optimalisasi teknik silvikultur diharapkan sangat menunjang keberhasilan penanaman macaranga sebagai kayu energi. Sehingga, adanya penelitian ini diharapkan pula akan dapat menginisiasi berdirinya hutan tanaman energi yang sangat bermanfaat untuk membantu pemerintah dalam pembangunan kawasan *remote area* yang mandiri energi dan menjamin kestabilan ketahanan dan keamanan energi nasional dari sumber daya biomassa yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

C. Potensi Bahan Baku Lignoselulosik Etanol

Bioetanol dapat didefinisikan sebagai etanol yang dihasilkan dari fermentasi gula menggunakan mikroorganismenya, yang kemudian disaring secara distilasi. Etanol atau etil alkohol adalah unsur yang paling umum digunakan dari gugus alkohol. Pada awalnya etanol merupakan bentuk alkohol yang ada di minuman keras dan mudah diproduksi dari jagung, gula atau buah-buahan melalui fermentasi karbohidrat. Struktur kimia dari etanol adalah $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Etanol adalah cairan tak berwarna dengan titik leleh $144\text{ }^\circ\text{C}$ dan titik didih 78

°C. Etanol sering digunakan sebagai pelarut, bahan pembasmi kuman, minuman, antibeku, dan juga sebagai bahan bakar bensin (*biofuel*) yang dicampur dalam konsentrasi antara 10-85%. Saat ini telah diteliti pula penggunaan etanol sebagai bahan bakar untuk sel bahan bakar etanol langsung (DEFC) (Minteer, 2006).

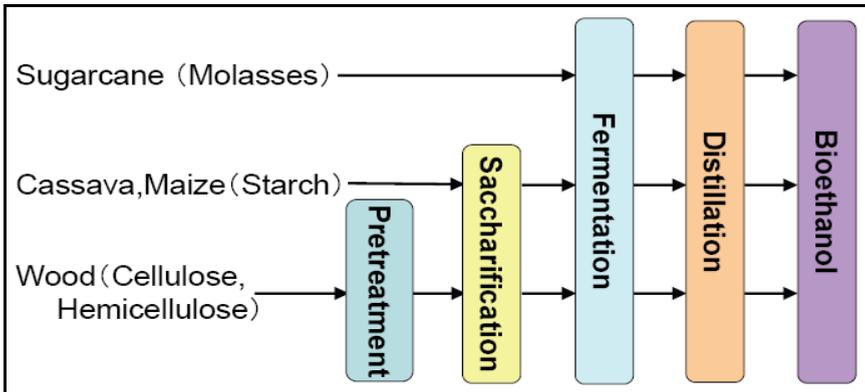
Seiring dengan berkembangnya teknologi konversi, bioetanol tidak hanya dapat diproduksi dari bahan-bahan pangan seperti halnya jagung, gula dan buah-buahan. Saat ini bioetanol telah diproduksi melalui pengkonversian biomasa berlignoselulosa yang melibatkan pengolahan dari tiga komponen utama penyusun, yaitu hemiselulosa (polimer dari pentosa), selulosa (polimer dari heksosa) dan lignin (bahan polyaromatic kompleks). Proses fermentasi menggunakan bahan berlignoselulosa melibatkan bahan berkarbohidrat yang berasal dari fraksi hemiselulosa dan selulosa.



Gambar 11. Konversi Kimia Lignoselulosa Menjadi Bioetanol (Saka, 2007)

Diantara beberapa sumber biomasa berlignosellulosa yang ada, residu dari kegiatan pertanian, perkebunan, dan juga sektor kehutanan dan limbah industri perkayuan merupakan salah satu sumber penyedia yang potensial. Jenis-jenis kayu pionir cepat tumbuh dan limbah kayu

yang tertinggal di areal hutan serta industri pengolahannya merupakan cadangan bahan baku berlignosellulosa yang melimpah dan dapat difermentasi lebih lanjut menjadi bioetanol, metan dan bahan kimia lainnya (*chemical feedstock*) (Amirta et al., 2006; Delgenes et al., 1996; Itoh et al., 2003; Kaygusuz et al., 2002; Palm et al., 2003).

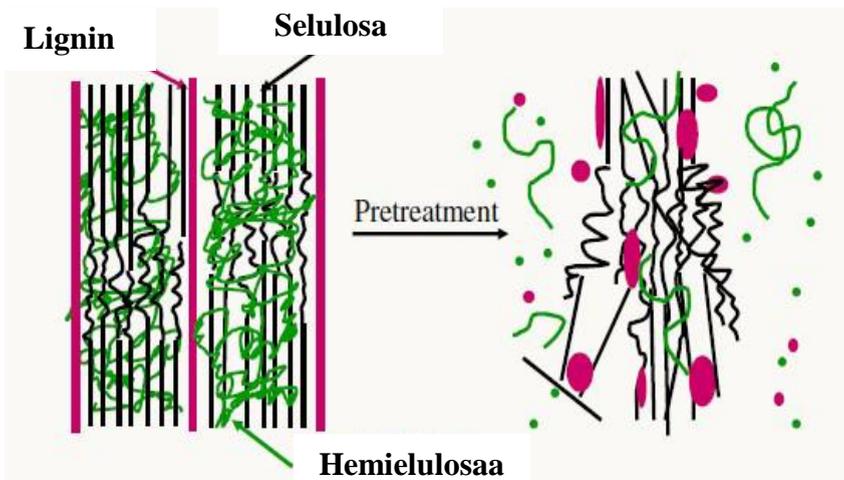


Gambar 12. Variasi Teknologi Pada Proses Produksi Bioetanol (Saka, 2007)

Chandler et al., (1980) menilai untuk mengubah biomasa kayu dan *hard lignocellulosic biomass* lainnya menjadi bioetanol haruslah melalui proses saccharifikasi dan fermentasi secara enzimatik. Selain itu terlebih dahulu perlu dilakukan pemutusan terhadap ikatan lignin yang dikandungnya (*lignin network*). Sebab polisakarida (*cell wall poly-saccharides*) kayu dilapisi lignin di dalam dinding sel tanaman (*lignified plant cell walls*). Lignin adalah faktor yang sangat dominan dan menentukan dalam keberhasilan suatu proses perombakan bahan organik pada kondisi *anaerobic*. Dikarenakan sifatnya yang heterogen dan kompleks tersebut, lignin sangat sulit untuk didegradasi secara biologis oleh beragam jenis mikroorganisme, terkecuali jamur-jamur pembusuk putih (*white-rot fungi*) dari family basidiomycetes yang dilaporkan mampu mendegradasi polimer lignin ini. Oleh karena itu sebelum digunakan sedapat mungkin kandungan lignin dalam bahan

baku harus dihilangkan, dan umumnya dilakukan melalui pemberian perlakuan awal (*pretreatment*).

Proses *pretreatment* dinilai mampu merusak struktur biomassa lignoselulosa untuk memberikan ruang bagi enzim untuk mengkses selulosa sehingga akan terbentuk gula-gula sederhana akibat proses hidrolisis enzimatik. Efek yang terjadi akibat berlangsungnya proses tersebut menyebabkan adanya perubahan komposisi lignin, selulosa maupun hemiselulosa seperti diperlihatkan gambar berikut ini:

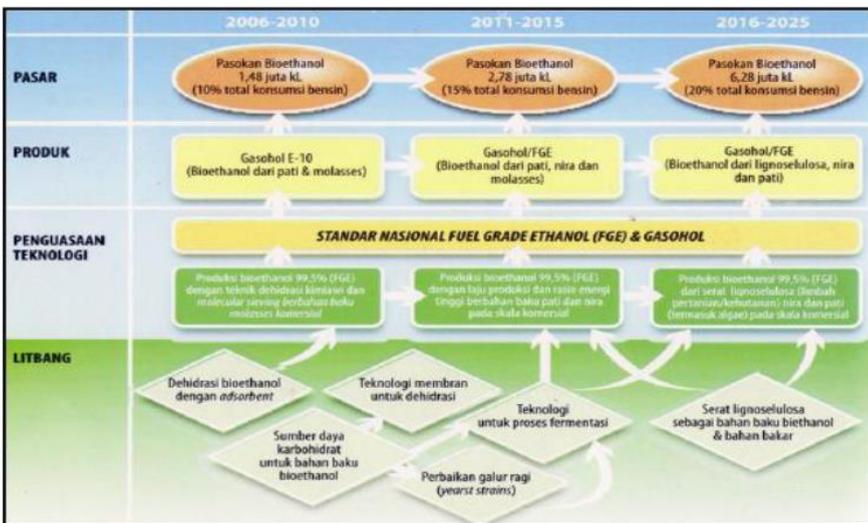


Gambar 13. Pengaruh Proses Pretreatment Terhadap Struktur Lignoselulosa (Modifikasi Mosier, 2005)

Mekanisme pemecahan lignin pada perlakuan awal bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin dan memutuskan kandungan kristalin menjadi gugus amorphus yang terdapat pada selulosa. Dengan kata lain, proses perlakuan awal bertujuan untuk membuka struktur lignoselulosa agar selulosa lebih mudah untuk diakses oleh enzim yang memecah polimer polisakarida menjadi monomer glukosa. Perlakuan awal dapat meningkatkan hasil gula yang diperoleh. Gula diperoleh tanpa perlakuan awal kurang dari 20%, sedangkan gula yang dengan perlakuan awal dapat meningkat hingga 90% (Isroi, 2008). Zhu et al

(2005) melaporkan selain menghilangkan komponen pengganggu yang spesifik (lignin), perlakuan awal dapat memperbaiki cara kerja enzim dalam menghasilkan etanol. Diketahui lignin ini yang menyebabkan bahan lignoselulosa sangat sulit dihidrolisis (Iranmahboob et al., 2002).

Pemerintah secara khusus berencana memproduksi bioetanol menggunakan bahan biomasa berlignosellulosa yang bersumber dari hutan, limbah industri perkayuan dan pertanian untuk menggantikan penggunaan bahan pangan, sebagaimana yang ada dan berlaku saat ini (direncanakan tahun 2016-2025).



Gambar 14. Roadmap Pengembangan Industri Bioetanol Indonesia 2006-2025 (ESDM - Anonim, 2010)

Menindaklanjuti upaya pemerintah melakukan pencarian bahan baku potensial lignoselulosik etanol, beberapa penelitian yang telah dilakukan (Amirta et al., 2016c) menunjukkan bahwa beberapa jenis kayu hutan tropis yang selama ini dikenal sebagai jenis pionir hutan sekunder, cepat tumbuh dan beradaptasi dengan lingkungan tanah yang miskin akan unsur hara serta sejauh ini tidak digunakan dan bernilai ekonomi rendah ternyata memiliki tingkat kesesuaian

yang tinggi, dan berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol dimasa datang (*lignocellulosic biomass*). Dari sekian jenis yang telah berhasil dipetakan, macaranga mempunyai prospek yang paling menjanjikan untuk pembuatan bioethanol. Berdasarkan temuan ini, tim peneliti Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman melakukan investigasi lanjutan pada beberapa jenis macaranga yang ditemukan di Hutan Hujan Tropis Kalimantan. Penelitian ini secara lebih rinci dijelaskan dalam tahapan-tahapan berikut ini:

1. Perlakuan Awal

Sebagai bahan berlignoselulosa, kayu terlebih dahulu dilakukan proses perlakuan awal (*pretreatment*). Perlakuan awal terhadap kayu atau biomasa berlignoselulosa dilakukan dengan berbagai metode salah satunya penggunaan alkali NaOH (*chemical pretreatment*) dengan konsentrasi 3,5% dan 5,0%. Penelitian ini dilakukan pada 6 jenis kayu macaranga yang meliputi *M. hypoleuca*, *M. gigantea*, *M. motleyana*, *M. conifera*, *M. winkleri* dan *M. pearsonii*. Sebelum proses dilakukan, komposisi kimia kayu macaranga telah terlebih dahulu dianalisis. Berdasarkan tabel di bawah diketahui kandungan lignin macaranga berkisar 27,6-32,9%, kandungan holoselulosa antara 79,7-82,2 %, sedangkan kandungan α -selulosa berkisar antara 61,0 - 68,8 %.

Tabel 7. Kandungan Kimia Kayu Macaranga

Jenis Biomassa	Komponen Kimia (%)		
	Lignin	Holoselulosa	α -selulosa
<i>M. hypoleuca</i>	27,6 ± 0,2	81,0 ± 0,8	68,8 ± 0,5
<i>M. gigantea</i>	27,6 ± 0,7	81,0 ± 0,3	63,0 ± 0,1
<i>M. motleyana</i>	30,8 ± 0,4	82,2 ± 1,7	65,4 ± 0,3
<i>M. conifera</i>	26,5 ± 0,7	80,7 ± 0,3	61,0 ± 0,7
<i>M. winkleri</i>	28,7 ± 0,9	79,7 ± 0,2	63,2 ± 0,9
<i>M. pearsonii</i>	32,9 ± 1,1	80,7 ± 0,2	67,4 ± 1,1

Sumber: Amirta et al. 2016a

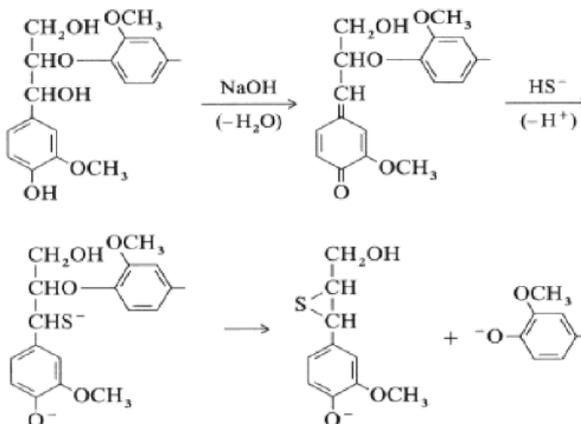


(a)

(b)

Gambar 15. Resultan Pulp yang Diperoleh dari Perlakuan Awal Alkali Kayu Macaranga Pada Konsentrasi NaOH 3,5% dan 5,0% Pada Suhu 150-170°C Selama 60 Menit : (a) Serat Pulp Kasar dari Delignifikasi dan Fibrilisasi Tidak Sempurna; (b) Serat Pulp Halus dari Delignifikasi dan Fibrilisasi Berjalan Baik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi alkali atau NaOH yang relatif rendah pada kisaran 3,5% dan 5,0% dari berat awal bahan baku biomassa yang digunakan dan dikombinasikan dengan suhu perlakuan 160-170°C mampu secara efektif mengubah struktur kimia kayu macaranga sebagaimana yang diinginkan. Hal itu diindikasikan dengan hasil berupa terbentuknya formasi pulp maupun penurunan kandungan lignin yang tersisa (klason lignin).



Gambar 16. Reaksi NaOH Terhadap Pemutusan Rantai Lignin (Lin dan Lin, 2002)

Sebagaimana dilaporkan sebelumnya, penurunan kandungan lignin merupakan satu dari beberapa indikator penting penilaian dari efektifnya perlakuan awal biomassa yang dilakukan. Penurunan lignin penting untuk dievaluasi mengingat bahwa keberadaan lignin dapat berdampak menurunnya kemampuan enzim dalam menghidrolisis karbohidat yang ada pada biomassa kayu, tepatnya lignin menghalangi akses enzim selulase dalam menghidrolisa selulosa (Sun dan Cheng, 2002; Kumar et al., 2009).

Tabel 8. Rendemen Pulp Kayu Macaranga Setelah Perlakuan Awal Alkali dengan Variasi NaOH 3,4% dan 5,0% Selama 60 Menit

Jenis Biomassa	Rendemen Pulp (%)					
	150 °C		160 °C		170 °C	
	3,5%	5,0%	3,5%	5,0%	3,5%	5,0%
<i>M. hypoleuca</i>	76,4	72,1	71,4	53,3	66,0	45,0
<i>M. gigantea</i>	68,5	60,7	61,2	45,4	49,8	41,7
<i>M. motleyana</i>	75,7	66,6	71,3	50,3	56,8	44,5
<i>M. conifera</i>	74,5	69,2	69,7	60,4	65,5	44,5
<i>M. winkleri</i>	69,2	64,0	63,3	54,3	57,1	46,6
<i>M. pearsonii</i>	73,5	71,7	68,1	56,1	56,7	49,5

Sumber : Amirta et al. 2016a

Tabel 9. Kandungan Lignin Pulp Kayu Macaranga Setelah Perlakuan Awal Alkali

Jenis Biomassa	Lignin (%)					
	150 °C		160 °C		170 °C	
	3,5%	5,0%	3,5%	5,0%	3,5%	5,0%
<i>M. hypoleuca</i>	9,6	9,2	8,9	5,7	8,2	4,8
<i>M. gigantea</i>	8,7	7,6	7,9	5,3	5,8	4,7
<i>M. motleyana</i>	9,6	8,7	8,9	5,8	7,4	5,2
<i>M. conifera</i>	9,1	8,6	9,1	7,8	8,4	5,2
<i>M. winkleri</i>	8,7	7,9	7,9	6,2	6,8	3,1
<i>M. pearsonii</i>	9,5	9,2	8,9	7,1	7,1	5,4

Sumber : Amirta et al. 2016a

Di antara beberapa kondisi perlakuan yang dilakukan, diketahui bahwa kehilangan lignin terbesar diperoleh dari kombinasi perlakuan

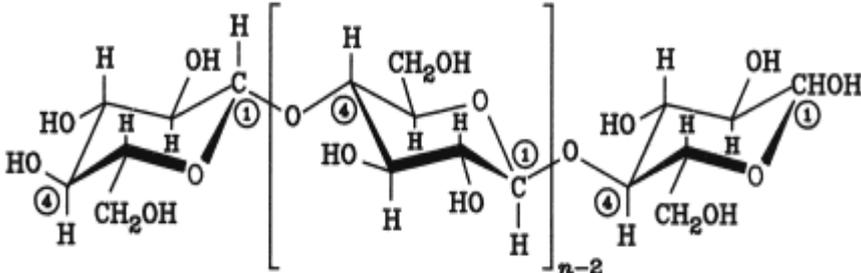
alkali 5% (NaOH) dan pada suhu 170°C. Pada kondisi ini kandungan lignin (Klason lignin) turun dari 27,6% menjadi 4,8% (*M. hypoleuca*), 27,6% menjadi 4,7% (*M. gigantea*), 30,8% turun ke 5,2% (*M. motleyana*), 26,5% menjadi 5,2% (*M. conifera*) and 32,9% menjadi 5,4% (*M. pearsonii*). Sedangkan penurunan lignin tertinggi diperoleh dari jenis *M. winkleri* yaitu dari 28,7% menjadi 3,1%. Walau perlakuan awal telah membantu meningkatkan perolehan hasil sakarifikasi (basis berat fraksi pulp yang digunakan), namun kombinasi konsentrasi alkali/NaOH 5% dan juga temperatur 170°C yang digunakan telah berdampak negatif secara signifikan terhadap kehilangan karbohidrat yang terindikasi dari pola penurunan dari residu pulp yang diperoleh dibanding dengan pada penggunaan konsentrasi alkali 3,5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah residu pulp menurun dari 66,0% menjadi 45,0% (*M. hypoleuca*), 56,8% menjadi 44,5% (*M. motleyana*), 65,5% turun menjadi 44,5% (*M. conifera*), 57,1% menjadi 46,6% (*M. winkleri*) dan 56,7% menjadi 49,5% (*M. pearsonii*). Residu pulp terendah diperoleh dari *M. gigantea* yaitu sejumlah 41,7%.

2. Sakarifikasi Biomassa Kayu *Macaranga*

Dampak perlakuan awal alkali, khususnya penggunaan variasi konsentrasi NaOH dan suhu pada produksi gula tereduksi dievaluasi setelah perlakuan hidrolis secara enzimatik dengan enzim meicelase (*T. viride*). Penelitian membuktikan peningkatan konsentrasi alkali pada perlakuan awal hingga konsentrasi optimum berdampak positif dan signifikan meningkatkan perolehan gula tereduksi (*saccharified sugar*), khususnya dalam bentuk glukosa.

Enzim meicelase merupakan enzim kompleks yang terdiri dari eksoselulase, endoselulase, selobiase. Selobiohidrolase bekerja dengan melepas unit-unit selubiosa dari ujung rantai selulosa. Aktivasinya

sangat tinggi pada selulosa kristal tetapi sangat rendah pada selulosa amorf. Enzim ini sangat aktif memutus ikatan selulosa yang dapat larut (amorf) seperti karboksil metil selulosa (CMC). Enzim ini juga mampu menghidrolisis selobiosa dan selo-oligomer pendek lainnya untuk menghasilkan glukosa (Anindyawati, 2009).



Gambar 17. Selulosa Tersusun Atas Rantai Panjang Gula Kayu (Glukosa)

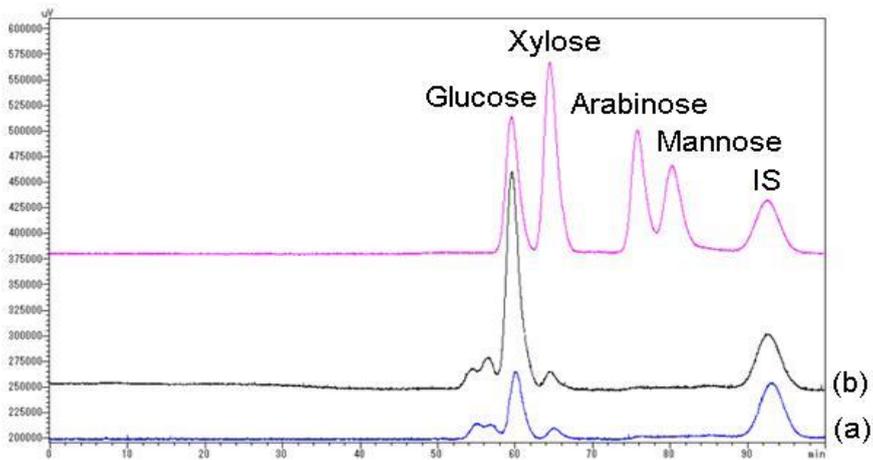
Tabel 10. Hasil Sakarifikasi Kayu Macaranga Setelah Perlakuan Awal Alkali Konsentrasi NaOH 3,5% and 5,0% Selama 60 Menit

Jenis Biomassa	Temperatur Reaksi (°C)	Hasil Sakarifikasi (%)			
		3,5% NaOH		5,0% NaOH	
		Basis pulp ^a	Basis kayu ^b	Basis pulp ^a	Basis kayu ^b
<i>M. hypoleuca</i>	150	27,0 ± 2,0	20,7 ± 4,5	41,8 ± 5,4	30,2 ± 3,0
<i>M. gigantea</i>		22,3 ± 1,7	15,3 ± 0,9	35,5 ± 2,4	21,5 ± 1,1
<i>M. motleyana</i>		16,9 ± 1,7	12,8 ± 2,9	21,9 ± 3,3	14,6 ± 0,9
<i>M. conifera</i>		28,1 ± 1,4	21,0 ± 2,3	58,1 ± 2,4	40,2 ± 3,5
<i>M. winkleri</i>		58,8 ± 0,9	40,4 ± 0,6	68,1 ± 0,7	43,6 ± 0,4
<i>M. pearsonii</i>		18,1 ± 0,9	13,3 ± 0,0	25,6 ± 3,9	18,3 ± 2,5
<i>M. hypoleuca</i>	160	31,1 ± 6,9	22,2 ± 4,4	91,0 ± 0,7	48,6 ± 0,3
<i>M. gigantea</i>		26,5 ± 3,6	16,3 ± 2,0	83,1 ± 0,3	37,8 ± 0,1
<i>M. motleyana</i>		18,0 ± 6,0	12,8 ± 3,6	90,1 ± 1,7	45,3 ± 0,5
<i>M. conifera</i>		37,1 ± 1,0	25,8 ± 0,6	69,7 ± 5,7	42,1 ± 3,0
<i>M. winkleri</i>		58,4 ± 0,9	40,1 ± 1,6	80,2 ± 0,8	43,6 ± 0,4
<i>M. pearsonii</i>		33,0 ± 1,7	22,4 ± 1,1	54,4 ± 6,5	30,6 ± 3,4
<i>M. hypoleuca</i>	170	50,6 ± 5,0	33,4 ± 3,0	90,9 ± 0,8	40,9 ± 0,3
<i>M. gigantea</i>		53,0 ± 3,3	26,4 ± 1,2	81,4 ± 3,6	34,0 ± 0,2
<i>M. motleyana</i>		41,5 ± 6,3	23,6 ± 3,3	94,0 ± 3,9	41,8 ± 2,7
<i>M. conifera</i>		41,1 ± 1,9	26,9 ± 1,1	99,6 ± 5,1	44,4 ± 2,0
<i>M. winkleri</i>		71,8 ± 0,7	41,0 ± 0,5	96,9 ± 5,3	45,2 ± 2,2
<i>M. pearsonii</i>		51,3 ± 5,5	29,0 ± 3,0	63,3 ± 0,9	31,6 ± 0,4

^a Berat gula tereduksi hasil sakarifikasi berbasis berat pulp yang diperoleh; nilai rata-rata dan deviasi dari 3 ulangan sampel

^b Berat gula tereduksi hasil sakarifikasi berbasis berat kayu yang digunakan; nilai rata-rata dan deviasi dari 3 ulangan sampel

Sumber : Amirta et al. 2016a



Gambar 18. Profil HPLC dari Gula Tereduksi Hasil Sakarifikasi Pada Perlakuan Awal Kayu *M. hypoleuca* dengan Konsentrasi NaOH (a) 3,5% dan (b) 5,0% Pada Suhu 160°C Selama 60 Menit (Amirta et al., 2016a)

Peningkatan konsentrasi alkali secara efektif berdampak pada peningkatan degradasi lignin dari dalam biomassa yang membantu memudahkan enzim untuk mendigestasi kayu macaranga untuk menghasilkan gula tereduksi dalam jumlah yang besar. Hasil penelitian ini sejalan dengan publikasi Taherzadeh and Karimi (2008); Wang et al., (2008); and Kumar et al., (2009) sebelumnya yang menyatakan tingkat digestasi kayu daun lebar pada perlakuan awal dengan alkali akan meningkat seiring dengan menurunnya kandungan lignin dari dalam kayu tersebut. Oleh karena itu, dalam konteks ini kondisi optimum dari perlakuan awal adalah hal yang khusus diperhatikan baik dan ingin dicapai guna meminimalkan kehilangan selulosa dari eksek penggunaan konsentrasi alkali berlebihan. Diantara keenam jenis *Macaranga* yang diuji, diperoleh fakta *M. hypoleuca* mampu menghasilkan jumlah gula tereduksi berbasis berat awal bahan baku biomassa yang paling tinggi, yaitu sejumlah 48,6% dan selanjutnya berturut-turut diikuti oleh *M. motleyana* (45,3%), *M. winkleri* (43,6%),

M. conifera (42,1%), dan *M. gigantea* (37,6%). Hasil sakarifikasi tertinggi ini diperoleh dari perlakuan awal dengan menggunakan konsentrasi 5,0% NaOH pada suhu 160°C selama 60 menit.

Perolehan hasil sakarifikasi dan gula tereduksi yang tinggi ini dimungkinkan diperoleh dari reaksi antara alkali dan struktur selulosa. Pada konteks ini, alkali efektif berhasil mengembangkan struktur kristalin bagian dalam dari selulosa dan selanjutnya mengubahnya. Perubahan pada struktur selulosa ini juga berdampak pada perubahan struktur pori, ukuran partikel, yang berlangsung berbarengan dengan perubahan struktur lignin, hemicellulose, dan derajat polimerisasi. Sodium hidroksida (NaOH) sebelumnya telah pula dilaporkan efektif digunakan sebagai bahan kimia pada perlakuan awal yang mampu meningkatkan digestasi dari kayu daun lebar melalui proses reduksi /penurunan kandungan lignin, acetyl dan beberapa jenis asam uronic yang terbentuk dari perubahan struktur hemicellulosa. Lignin, acetyl dan asam uronic diketahui telah berperan dalam menghambat proses hidrolisis secara enzimatic dari sellulosa dan hemiselulosa (Fan and Beardmore, 1980; Chang and Holtzapple, 2000; Taherzadeh and Karimi; 2008; Wang et al., 2008; Kumar et al., 2009).

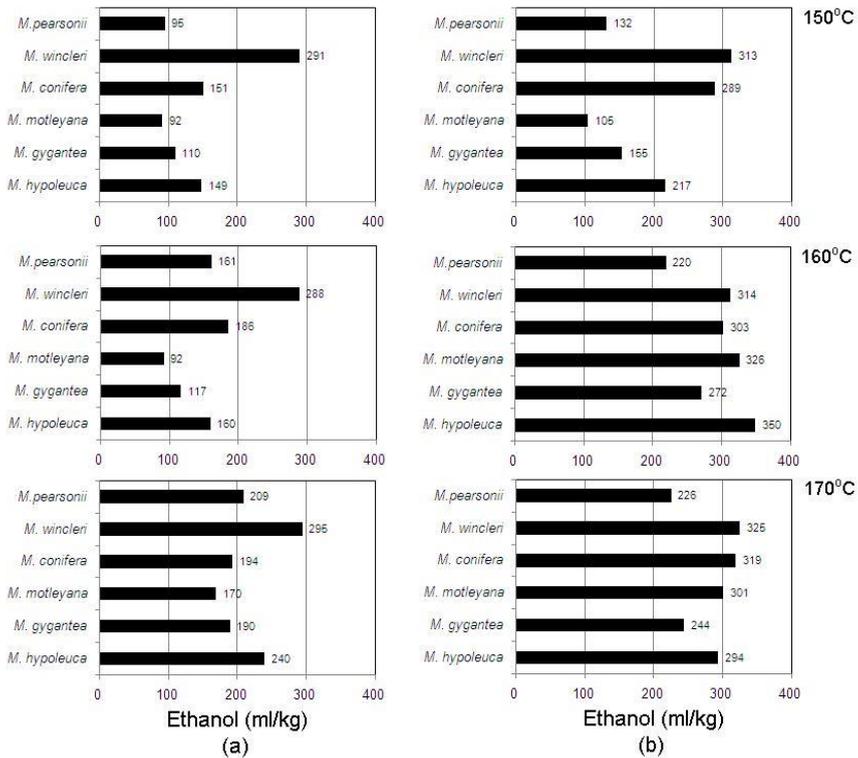
3. Potensi Etanol Biomassa Kayu *Macaranga*

Potensi produksi etanol secara teoritis dari biomassa kayu macaranga telah pula dievaluasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perolehan atau hasil etanol tertinggi berasal dari sakarifikasi yang sebelumnya dikombinasikan dengan perlakuan menggunakan konsentrasi NaOH 5,0%. Hasil etanol tertinggi adalah sejumlah 350 ml/kg yang berasal dari *M. hypoleuca* yang diperlakukan pada suhu 160°C selama 60 menit, dan berturut-turut diikuti oleh *M. motleyana* (326 ml/kg), *M. winkleri* (314 ml/kg), *M. conifera* (303 ml/kg), dan *M.*

gigantea (220 ml/kg). Sedangkan perolehan etanol terendah dihasilkan dari *M. pearsonii* (220 ml/kg). Sekali lagi, hasil menunjukkan bahwa konsentrasi alkali berperan besar pada capaian etanol dari biomassa macaranga. Penggunaan konsentrasi alkali yang rendah akan diikuti oleh perolehan nilai produksi etanol yang terbatas pula. Respon yang sama diperoleh pada penggunaan suhu reaksi, dimana suhu yang lebih tinggi akan mampu meningkatkan hasil gula tereduksi dan juga etanol.

Berdasarkan hasil-hasil ini dapat disimpulkan kondisi optimum perlakuan awal, yang meliputi suhu, konsentrasi alkali dan juga waktu merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan saat melakukan pengembangan proses perlakuan awal terhadap biomassa kayu. Sementara itu, dalam penelitian ini diperoleh bahwa kondisi perlakuan awal optimum yang dimaksud adalah pada konsentrasi 5,0% NaOH, suhu reaksi 160°C dan waktu perlakuan selama 60 menit yang secara efektif mampu memberikan hasil sakarifikasi tertinggi, yaitu 48,6% kandungan gula tereduksi berbasis jumlah awal bahan baku biomassa kayu macaranga yang digunakan (*M. hypoleuca*).

Hasil sakarifikasi ini juga berpotensi dikonversi lebih lanjut untuk menghasilkan etanol sejumlah 350 ml/kg. Hasil ini adalah hal sangat istimewa dan esensial, mengingat sejauh ini kayu *M. hypoleuca*, *M. motleyana*, *M. winklerii* dan juga jenis macaranga yang lainnya belum dan tidak diperhitungkan sebagai bahan baku etanol, baik di Indonesia maupun kawasan lain di dunia. Hasil ini juga dibandingkan beberapa jenis kayu tropis lain, seperti telah dilaporkan sebelumnya (Amirta et al. 2016c) bahwa jenis yang meliputi *A. moluccana* (241 ml/kg), *G. arborea* (239 ml/kg), *A. cadamba* (233 ml/kg), *A. altilis* (222 ml/kg) dan *P. falcataria* (220 ml/kg) dengan menggunakan perlakuan awal yang sama, macaranga mempunyai kualitas lebih baik.



Gambar 19. Potensi Produksi Etanol dari Biomassa Kayu Macaranga dari Proses Sakarifikasi Enzimatis dan Perlakuan Awal Pada Konsentrasi NaOH : (a) 3,5% dan (b) 5,0% dan Suhu 150°C-170°C Selama 60 Menit (Amirta et al. 2016a)

Hingga saat ini, *M. gigantea*, *M. hypoleuca*, dan *M. wincleri* sehari-hari banyak digunakan masyarakat pedesaan di pedalaman Kalimantan Timur sebagai kayu bakar alternatif, selain jenis-jenis kayu berkerapatan tinggi seperti *Vitex pinnata*, *Dipterocarpus* sp, *Nephelium lappacelum* dan *Blumeodendron kurzii* (Yuliansyah et al., 2012). Selain itu, kehadiran kayu macaranga yang diketahui memiliki kecepatan pertumbuhan yang sangat cepat dan tumbuh pada areal hutan bekas terbakar dan ladang berpindah, biasanya digunakan juga secara lokal oleh masyarakat sebagai indikator alami untuk menentukan akhir masa bera dari lahan dan kawasan tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh suhu, konsentrasi bahan kimia serta waktu reaksi turut mempengaruhi kondisi optimum pemanfaatan biomassa macaranga sebagai bahan untuk memproduksi ethanol. Amirta et al. (2016a) menegaskan penemuan ini merupakan penemuan pertama di dunia yang melaporkan pembuatan etanol dari jenis macaranga. Macaranga yang merupakan jenis tanaman berkayu melimpah di Hutan Indonesia, sangat mungkin dikembangkan sebagai jenis kayu unggulan dalam pembuatan bioetanol di negeri ini di masa depan.

D. Potensi Penghara Listrik Biomassa

Biomassa kayu yang berasal dari hasil hutan merupakan salah satu bahan bakar yang sangat dipertimbangkan sebagai sumber energi, salah satunya adalah penghasil energi listrik. Biomassa kayu umumnya dapat diperoleh dari limbah kegiatan logging atau penebangan hutan, limbah pengelolaan hasil hutan dan industri perkayuan. Selain itu, biomassa kayu yang dihasilkan dari hutan tanaman juga merupakan sumber potensi biomassa yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik guna menopang pembangunan perekonomian berbagai daerah di Indonesia.

Hutan/kebun tanaman energi secara teknis dapat dikembangkan dengan jenis tumbuhan pilihan, baik berupa pohon maupun kelompok perdu/semak yang ditanam dalam kurun waktu yang lebih pendek yang secara khusus digunakan untuk kepentingan sebagai sumber energi dan bahan bakar. Jenis semacam ini dikenal dengan istilah *Short Rotation Coppice* (SRC) dan *Short Rotation Wood Crops* (SRWC). Di dunia, telah berkembang beberapa jenis seperti *Poplar*, *Willow*, *Miscantus* dan *Eucalyptus* yang sengaja diperuntukkan dalam kategori

ini. Dengan menggunakan jenis-jenis ini, durasi pemanenan hanya antara 2-5 tahun, sesuai kondisi lingkungan dan teknik perawatan. Penggunaan jenis yang SRC dan SRWC ini sangat ideal jika digunakan sebagai bahan baku pembangkit listrik, terlebih tanaman SRC mampu memproduksi biomassa secara singkat dan beradaptasi pada beberapa kondisi iklim serta minim unsur hara sehingga menunjang kestabilan penyuplaian bahan baku yang berkelanjutan.

Ide serupa sebenarnya banyak diterapkan di beberapa negara di seperti Brazil, Irlandia, Spanyol dan Nigeria. Penyediaan listrik desa di Brazil menggunakan bahan baku terbarukan dari biomassa hutan telah banyak dilakukan di sepanjang Sungai Medeira, Amazon. Pemerintah menggunakan limbah kayu tenggelam di dasar sungai dan sumber biomassa kayu lainnya yang banyak ditemui pada kawasan ini dan mengubahnya menjadi syngas guna membangkitkan dan memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat yang telah mendiami kawasan pedalaman ini (Bacellar dan Rocha, 2010).

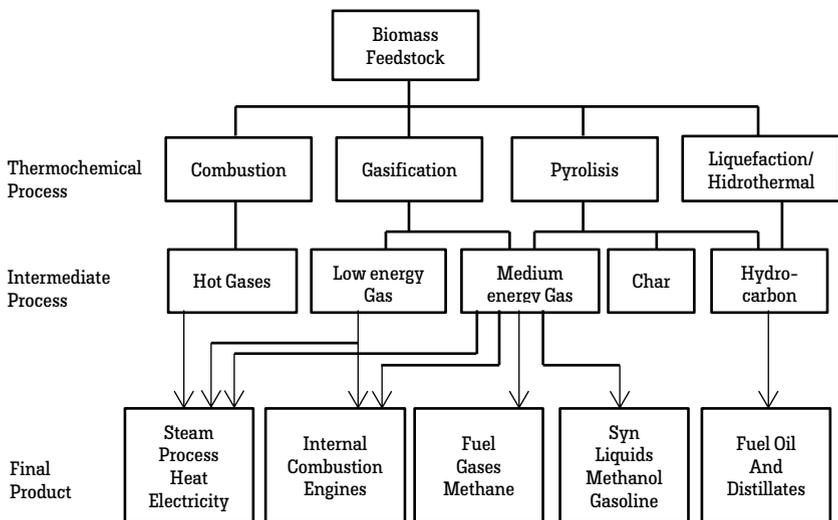
Brazil juga mengembangkan listrik gasifikasi menggunakan listrik gasifikasi menggunakan limbah pengolahan dan peremajaan kebun kopi serta hutan tanaman Eucalyptus guna menginisiasi listrik di beberapa wilayah (de Oleivera et al., 2013). Hampir serupa, Irlandia dan Spanyol menggunakan biomassa dari limbah kehutanan untuk menyediakan listrik bagi desa sekitar hutan. Selain itu, pemerintah setempat juga mengembangkan tanaman berumur pendek (*Short Rotation Coppice*) seperti Poplar, Salix dan Willow yang khusus ditanam untuk pemenuhan bahan baku pembangkit listrik (van den Broek et al., 2001; Perez et al., 2008).

Perkembangan listrik biomassa hutan ini dipicu kesadaran memanfaatkan sumberdaya hutan yang melimpah serta ketersediaan

teknologi konversi yang mampu memberikan manfaat lainnya (Perez et al., 2008; Bloom, 2009; Blackmort, 2010; Diji, 2013), yaitu:

1. Sifat biomassa hutan yang merupakan *carbon neutral*, sehingga mampu mengurangi emisi CO₂
2. Jumlah dan ketersediaan biomassa hutan, perkebunan dan pertanian yang melimpah dan terbarukan
3. Mampu memicu tumbuh kembangnya perekonomian pedesaan, pedalaman dan *remote area*
4. Meningkatkan ketahanan dan keamanan pasokan energi nasional

Saat ini, pembangkit listrik biomassa telah menyuplai sebanyak 7,5 % dari total pembangkit listrik di dunia dengan keuntungan dapat menekan jumlah karbon dioksida hingga 1,3 giga ton tiap tahunnya. Di lain pihak, pembangkit listrik berbasis biomassa diharapkan mampu berperan penting sesuai dengan target IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) berupa zero emisi pada Tahun 2100 mendatang (Nian, 2016). Biomassa dapat dikonversi menjadi energi listrik melalui beberapa proses yang dapat ditunjukkan oleh gambar berikut ini :



Gambar 20. Proses Konversi Biomassa Menjadi Listrik (Mc.Kendry, 2002b)

Berdasarkan studi Santhanam et al. (2016), teknologi gasifikasi merupakan opsi yang paling banyak digunakan. Biomassa kayu yang utamanya berbentuk chip, direaksikan pada suhu tinggi sehingga tercipta gas sintetis yang dapat dibakar untuk menghasilkan energi pemutar motor listrik. Pada pembangkit listrik skala kecil (50 kW - 10 MW), kombinasi antara gasifikasi biomassa dan pembakaran dalam (*internal combustion*) melalui mesin dengan sistem CHP (*Combine Heat and Power*) merupakan alternatif yang paling banyak digunakan untuk mencapai tenaga yang optimum bila dibandingkan dengan metode konvensional, tentunya hal ini tergantung pada modifikasi teknologi mesin yang dikembangkan dari tahun ke tahun (Ahrenfeldt et al., 2013). Di sisi lain, pembangkit listrik dengan skala yang lebih besar (10 MW - 100 MW) menggunakan teknologi gasifikasi yang dikombinasikan dengan sistem turbin uap untuk memperoleh efisiensi yang tinggi (Veringa, 2009).



Gambar 21. Bentuk Morfologi Daun 6 Jenis Macaranga: (a) *M. gigantea*, (b) *M. hypoleuca*, (c) *M. pearsonii*, (d) *M. pruinosa*, (e). *M. umbrosa*, dan (f) *M. triloba*

Dengan potensi keanekaragaman jenis biomassa yang melimpah dan didukung dengan area hutan yang luas, Indonesia sangat berpeluang besar dalam pembangunan pembangkit listrik berbasis biomassa terutama pada wilayah-wilayah yang dekat dengan

sumberdaya hutan. Berbagai jenis macaranga seperti *M. gigantea*, *M. pearsonii*, *M. hypoleuca*, *M. pruinosa*, *M. umbrosa* dan *M. triloba* banyak dijumpai pada hutan sekunder dan juga telah banyak diketahui masyarakat yang hidup di sekitar hutan. Masyarakat dayak kenyah di Kalimantan Timur mengenal jenis ini dengan sebutan benuaq. Tidak sedikit diantara mereka yang memanfaatkannya sebagai kayu bakar karena banyak tumbuh liar pada area ladang yang dimiliki masyarakat.

Sebelum digunakan sebagai bahan baku pembangkit listrik, biomassa kayu macaranga terlebih dahulu dievaluasi sifat dasar kayunya yang secara umum terdiri dari kadar air, nilai kalor, karbon terikat, zat terbang, kadar abu, kadar metal alkali dan juga rasio antara selulosa dan lignin. Sifat dasar sangat mempengaruhi potensi energi khususnya kualitas sebagai bahan bakar seperti pembuatan gas sintesis melalui gasifier, efisiensi konversi dan energi listrik yang dihasilkan (Mc. Kendry, 2002b; de Oleivera et al., 2013).

Penelitian terhadap 6 jenis macaranga ini diteliti oleh tim dari Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Analisis proksimat yang meliputi kadar abu, zat terbang dan karbon terikat dilakukan pada biomassa kayu macaranga. Secara umum, diperoleh hasil bahwa kadar abu dari macaranga berkisar antara 0,95-2,60%. Kadar abu tergolong rendah ini (< 5 %) mengindikasikan bahwa biomassa kayu macaranga sangat baik apabila digunakan sebagai kayu energi, terutama melalui proses termokimia (de Oleivera et al., 2013). Sementara itu, kadar zat terbang berkisar antara 65,15-71,52%, sedangkan karbon terikat berkisar antara 16,30-19,40 %. Selain itu, komponen dasar kayu berupa analisis ultimat yang meliputi persentase karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) juga telah dipelajari, sebagaimana tercantum dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 11. Analisis Proksimat Biomassa Kayu Beberapa Jenis Macaranga

Jenis	Analisis Proksimat (%)		
	Abu	Zat Terbang	Karbon Terikat
<i>M. gigantea</i>	1,54	68,60	19,40
<i>M. hypoleuca</i>	2,35	65,15	16,96
<i>M. pearsonii</i>	2,60	69,49	16,30
<i>M. pruinosa</i>	1,34	69,53	18,20
<i>M. umbrosa</i>	0,95	71,52	17,30
<i>M. triloba</i>	1,14	71,07	17,08

Tabel 12. Analisis Ultimat Biomassa Kayu Beberapa Jenis Macaranga

Jenis	Analisis Ultimat (%)		
	C	H	O
<i>M. gigantea</i>	43,60	5,44	50,96
<i>M. hypoleuca</i>	42,71	4,83	52,44
<i>M. pearsonii</i>	43,88	5,69	50,41
<i>M. pruinosa</i>	44,20	6,21	49,53
<i>M. umbrosa</i>	45,13	5,97	48,90
<i>M. triloba</i>	44,85	5,87	49,22

Proporsi zat terbang yang tinggi memungkinkan biomassa cepat terbakar (De Oleivera et al., 2013). Zat-zat yang dapat menguap pada suhu tinggi ini meliputi zat ekstraktif, hemiselulosa dan air (Mc. Kendry, 2002a). Namun hal ini harus diimbangi dengan keseimbangan rasio antara zat terbang dan karbon terikat agar tercipta nyala api yang stabil saat dilakukan pembakaran (Virmond et al., 2012). Perhitungan ultimat erat kaitannya dengan analisis pembentukan gas sintetis melalui gasifikasi yang dilakukan pada suhu tinggi. Secara umum, pemecahan grup karbonil dari degradasi selulosa dan hemiselulosa dapat menghasilkan gas CO dan CO₂ (Yang et al., 2007). Selulosa dapat memproduksi gas CO lebih banyak dibandingkan komponen lainnya akibat bereaksi menjadi zat terbang dan pemotongan grup aldehid (Fu et al., 2010). Disisi lain, dekomposisi lignin mampu menghasilkan gas CH₄ akibat pemutusan grup metoksil pada molekul lignin tersebut (Yang et al., 2007; Liu et al., 2008; Pasangulapati et al., 2012).

Identifikasi selanjutnya yang tidak boleh terlewatkan adalah pengujian sifat fisik macaranga. Pengujian sifat ini meliputi kadar air dan kerapatan kayu. Umumnya kayu bersifat higroskopis, maka tidak bisa diabaikan pengaruh kandungan air di dalamnya. Menurut Pereira et al. (2012); de Oleivera et al. (2013), adanya kadar air terlampaui tinggi pada biomassa bisa menurunkan nilai kalor hingga 2,3 MJ kg⁻¹. Sementara itu, kerapatan bisa digunakan menghitung berat kering maupun berat segar kayu dari pemanenan jenis macaranga ini.

Tabel 13. Sifat Fisik Biomassa Kayu Macaranga

Jenis	Sifat Fisik	
	Kerapatan (g/cm ³)	Kadar Air (%)
<i>M. gigantea</i>	0,51	41,99
<i>M. hypoleuca</i>	0,27	44,73
<i>M. pearsonii</i>	0,26	33,94
<i>M. pruinosa</i>	0,43	30,19
<i>M. umbrosa</i>	0,42	26,16
<i>M. triloba</i>	0,36	33,85

Hasil analisis yang telah dilakukan memperlihatkan bahwa secara umum rata-rata kerapatan 6 jenis macaranga adalah 0,37 g/cm³ (menengah) dengan kadar air 35,14 % (Rendah). Pada dasarnya kondisi ini cocok digunakan sebagai sumber energi karena mempunyai kadar air di bawah 40%, terutama apabila digunakan dalam boiler. Beberapa jenis seperti *M. hypoleuca* dan *M. pearsonii* memiliki kerapatan rendah. Namun, hal ini dapat dimaksimalkan dengan pemberian pemeliharaan yang intensif agar diperoleh hasil panen yang tinggi. Di samping itu, *M. gigantea* memiliki kerapatan kayu tertinggi (0,51 g/cm³) dengan kadar air yang tidak terlampaui tinggi (41,99 %). Jenis dengan karakteristik ini sangatlah ideal sebagai jenis yang direkomendasikan sebagai penanaman kayu energi jika ditinjau sifat fisik yang dimilikinya.

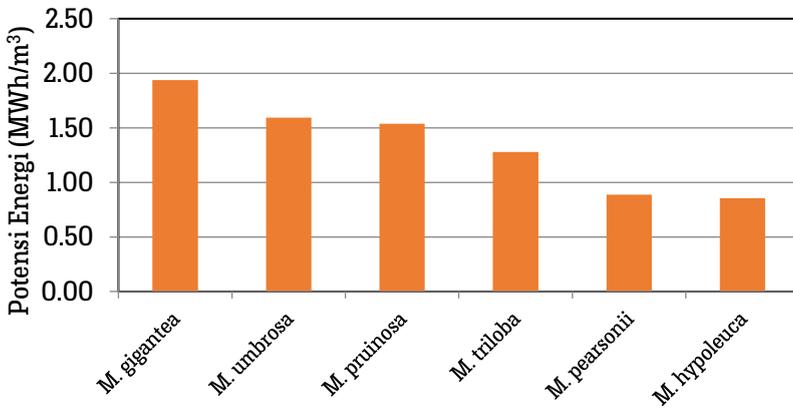
Apabila kita mencermati bersama, dari data kerapatan kayu juga menunjukkan bahwa macaranga termasuk jenis yang memiliki kayu

lunak. Menurut Adi et al. (2014), pada umumnya tipe ini dimiliki oleh jenis yang cepat pertumbuhannya (*fast growing species*) sehingga memungkinkan dapat digunakan sebagai tanaman berkayu berdaur pendek. Meskipun demikian, rendahnya proporsi kayu akan membuat tingginya ruang penyimpanan bahan baku yang diperlukan. Kayu macaranga yang tidak terlampau keras, juga akan memudahkan proses pengeringan sebelum digunakan sebagai material pembangkit listrik.

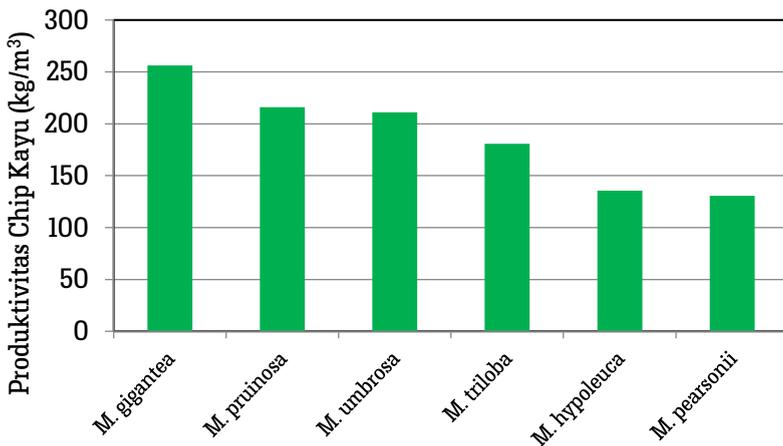
Selain dievaluasi sifat dasar kayunya, nilai kalor yang tercipta saat biomassa kayu ini dilakukan pembakaran juga telah diteliti (Di hitung berdasarkan kadar air normal). Hasil analisis menghasilkan informasi bahwa biomassa kayu *M. gigantea* memperoleh nilai kalor tertinggi sebesar 4039 kkal/kg, diikuti oleh *M. umbrosa* sebesar 4038 kkal/kg, kemudian *M. pruinosa* sebesar 3850 kkal/kg, lalu *M. triloba* sebesar 3830 kkal/kg, selanjutnya *M. pearsonii* sebesar 3705 kkal/kg dan yang terakhir adalah *M. hypoleuca* sebesar 3497 kkal/kg. Kemudian, dapat pula dihitung nilai konversi menjadi energi listrik. Kayu *M. gigantea* mampu menghasilkan energi setara dengan 1,94 MWh/m³. Sedangkan potensi terendah diperoleh dari kayu *M. hypoleuca* dengan nilai 0,86 MWh/m³. Potensi energi ini dihitung berdasarkan kondisi kadar air kayu sebesar 15 %. Tingginya proporsi karbon terikat pada *M. gigantea* diyakini menjadi titik temu mengapa jenis ini memiliki nilai kalor dan potensi energi tertinggi (Nhunchhen dan Salam, 2012). Begitupun sebaliknya, tingginya kadar abu pada *M. hypoleuca* menyebabkan rendahnya energi yang bisa dimanfaatkan dari jenis ini (De Oleivera et al., 2013).

Meski pada pembahasan sebelumnya *M. hypoleuca* memiliki potensi tertinggi dalam bioethanol, namun dalam menghasilkan energi listrik memiliki potensi yang sebaliknya. Hal ini berkaitan dengan

komposisi kimia kayu yang dimiliki. Menurut Mc Kendry (2002), pada saat konversi menjadi bioetanol maka komponen gula (holoselulosa) adalah komponen yang paling dibutuhkan sedangkan pada saat konversi menjadi listrik melalui proses termokimia, maka lignin merupakan komponen yang paling berperan penting. Selain lignin, Francescato et al. (2008) juga menjelaskan bahwa kerapatan dan kadar air juga sangat mempengaruhi potensi energi listrik yang dihasilkan. Semakin tinggi kerapatan dan semakin rendah kadar air maka energi pembangkitan listrik yang diperoleh juga semakin tinggi.



Gambar 22. Potensi Energi Beberapa Jenis Biomassa Kayu Macaranga



Gambar 23. Produktivitas Chip Kayu dari Kelompok Macaranga

Grafik di atas menyajikan informasi produksi chip kayu yang dihasilkan dari kelompok jenis macaranga. Produktivitas tertinggi diperoleh *M. gigantea* sebesar 256 kg/m³ diikuti *M. pruinosa* 215 kg/m³. Selain itu, *M. umbrosa* memiliki produktivitas 210 kg/m³ dan *M. triloba* mampu menyuplai 180 kg/m³ serta *M. hypoleuca* sebesar 135 kg/m³. Produktifitas terkecil diperoleh dari *M. pearsonii* sebesar 130 kg/m³.

Berdasarkan studi karakterisasi kayu, berbagai jenis macaranga berpotensi digunakan sebagai sumber energi listrik, terutama jenis *M. gigantea*. Macaranga dikenal sebagai tumbuhan cepat tumbuh, mudah beradaptasi serta tanpa perawatan sulit. Sejak lama masyarakat lokal sangat familiar dengan macaranga yang tumbuh di lahan, samping rumah, maupun bekas perladangan. Jenis macaranga ini memenuhi kriteria sebagai *Short Rotation Wood Crops* (SRWC) yang khusus untuk keperluan kayu energi. Penemuan ini membuka peluang pemanfaatan macaranga sebagai penghasil listrik biomassa masa mendatang.

E. Penutup

Pemanfaatan biomassa kayu macaranga menyimpan harapan besar terhadap terimplementasinya penggunaan bioenergi dari sektor kehutanan yang selama ini belum termaksimalkan secara sempurna. Adanya inovasi ini mampu menggerakkan sektor ekonomi penduduk yang bergerak dalam budidaya kayu macaranga, terutama bagi mereka yang tinggal di dalam dan sekitar area hutan. Berdasarkan potensi yang dimiliki, macaranga berpeluang besar sebagai jenis unggulan dalam penanaman Hutan Tanaman Energi (HTE) di Indonesia. Penelitian lebih mendalam mengenai aspek silvikultur diharapkan menunjang kesesuaian dan peningkatan biomassa kayu sehingga pemanfaatan macaranga sebagai bahan baku lignoselulosik etanol maupun pembangkit listrik mampu menjadi kenyataan di kemudian hari.

Daftar Pustaka

- Adi, D.S., Risanto, L., Damayanti, R., Rullyati, S., Dewi, L.M., Susanti, R., Dwianto, W., Hermiati, E., Watanabe, T. 2014. Exploration of Unutilized Fast Growing Wood Species from Secondary Forest in Central Kalimantan: Study on The Fiber Characteristic and Wood Density. *Procedia Environmental Sciences* 20: 321 – 327.
- Ahrenfeldt, J., Thomsen, T.P., Henriksen, U., Clausen, L.R. 2013. Biomass Gasification Cogeneration: A Review State of The Art Technology and Near Future Perspective. *Application Thermochemical and Management* 50: 1407-1417.
- Amirta, R., Mukhdlor, A., Mujiasih, D., Septia, E, Supriadi, Susanto, D. 2016c. Suitability and Availability Analysis of Tropical Forest Wood Species for Ethanol Production: A Case Study in East Kalimantan. *Biodiversitas* 17: 544-552.
- Amirta, R., Nafitri, S.I., Wulandari, R., Candra, K.P., Watanabe, T. 2016a. Comparative Characterization of *Macaranga* Species Collected from Secondary Forests in East Kalimantan for Biorefinery of Unutilized Fast Growing Wood. *Biodiversitas* 17: 116-123.
- Amirta, R., Tanabe, T., Watanabe, T., Honda, Y., Kuwahara, M., Watanabe, T., 2006. Methane Fermentation of Japanese Cedar Wood Pretreated With a White Rot Fungus, *Ceriporiopsis subvermispota*. *J. Biotechnol.* 123, 71-77.
- Amirta, R., Yuliansyah, Angi, E.M., Ananto, B.R., Setiyono, B., Haqiqi, M.T., Septiana, H.A., Lodong, M., Oktavianto, R.N. 2016b. Plant Diversity and Energy Potency of Community Forest in East Kalimantan, Indonesia: Searching for Fast Growing Wood Species for Energy Production. *Nusantara Bioscience* 8: 22-31.
- Bacellar, A.A. dan Rocha, B.R.P. 2010. Wood-Fuel Biomass from The Madeira River: A Sustainable Option for Electricity Production in The Amazon Region. *Energy Policy* 38: 22-30.
- Bloom, G. 2009. The Feasibility of Wood Pellet Plant Using Alternate Source of Wood Fibre. A Report Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of Bachelor of Science in Wood Product Processing in The Faculty of Forestry. British Columbia University, Canada, 63 h.
- Brackmort, K. 2010. Biomass Feedstock for Biopower: Background and Selected Issues. Congressional Research Service. USA, 30 h.

- Chandler, J.A., Jewell, W.J., Gossett, J.M., Van Soest, P.J., Roberston, J.B. 1980. Predicting Methane Fermentation Biodegradability. *Biotechnology and Bioengineering Symposium No. 10*. John Wiley & Sons, New York.
- De Oleivera, J.L., da Silva, J.N., Pereira, E.G., Filho, D.O., Carvalho, D.R. 2013. Characterization and Mapping of Waste from Coffee and Eucalyptus Production in Brazil for Thermochemical Conversion of Energy via Gasification. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 21: 52-58.
- Delgenes, J.P., Moletta, R., Navaro, J.M. 1996. Effect of Lignocellulose Degradation Product on Ethanol Fermentations of Glucose and Xylose by *Saccharomyces cerevisiae*, *Zymomonas mobilis*, *Pichia stipitis*, and *Candida shehatae*. *Enz. Micro.*
- Diji, C.J. 2013. Electricity Production from Biomass in Nigeria: Options, Prospects and Challenges. *International Journal of Engineering and Applied Science* 4: 84-98.
- Directorate General for Electricity and Energy Utilization (DGEEU). 2005. Indonesia National Blueprint of Energy Utilization 2005-2025. Ministry of Energy and Mineral Resources of Indonesia.
- Francescato, F., Antonini, E., Bergomi, L.Z. 2008. Wood Fuels Handbook: Production, Quality Requirements, Trading. AIEL-Italian Agriforestry Energy Association, Legnaro. Italy.
- Fu P, Hu S, Xiang J, Li P, Huang D, Jiang L, Zhang A, Zhang J. 2010. FTIR Study of Pyrolysis Products Evolving from Typical Agricultural Residues. *Journal Analytical & Applied Pyrolysis* 88 (2): 117-123.
- Harmsen, P.F.H., Huijgen, W.J.J., Lopez, L.M.B., Bakker, R.R.C. 2010. Literature Review of Physical and Chemical Pretreatment Processes for Lignocellulosic Biomass. Energy Research Center of the Netherland.
- Iranmahboob J., Nadim F., Monemi S. 2002. Optimizing Acidhydrolysis: A Critical Step for Production of Ethanol from Mixed Wood Chip. *Biomass and Bioenergy* 22: 401 - 404.
- Itoh, H., Wada, M., Honda, Y., Kuwahara, M., Watanabe, T., 2003. Bioorganosolve Pretreatments for Simultaneous Saccharification and Fermentation of Beech Wood by Ethanolysis and White Rot Fungi. *J. Biotech.* 103, 273-280.
- Kaygusuz, K., Turker, M.F. 2002. Biomass Energy Potential in Turkey. *Renewable Energy* 26: 661-678.

- Kumar P, Barret DM, Delwiche MJ, Stroeve P. 2009. Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass Efficient Hydrolysis and Biofuel Production. *Industr Eng Chem Res* 48: 3713-3729.
- Lin, S.Y. dan Lin, I.S. 2002. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wein-Heim, Germany, Wiley-VCH.
- Liu, Q., Wang, S., Zheng, Y., Luo, Z., Cen, K. 2008. Mechanism Study of Wood Lignin Pyrolysis by Using TG-FTIR Analysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 82 (1): 170-177.
- McKendry, P. 2002. Energy Production from Biomass (part 1): Overview of Biomass. *Bioresource Technology* 83: 37-46.
- Minteer, S. 2006. *Alcoholic Fuels: An Overview*. Taylor and Francis Group, LLC.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M., Ladisch, M.R. 2005. Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology* 96: 673-686.
- Nhuchhen, D.R. and Salam, P.A. 2012. Estimation of Higher Heating Value of Biomass from Proximate Analysis: A New Approach. *Fuel* 99: 55-63.
- Nian, V. 2016. The Carbon Neutrality of Electricity Generation from Woody Biomass and Coal, A Critical Comparative Evaluation. *Applied Energy* 179: 1069-1080.
- Palm M., Zacchi G., 2003. Extraction of Hemicellulosic Oligosaccharides from Spruce Using Microwave Oven or Steam Treatment. *Biomacromolecules* 4, 617-623.
- Pasangulapati, V., Ramachandriya, R.K., Kumar, A., Wilkins, M.R., Jones, C.L., Huhnke, R.L. 2012. Effect of Cellulose, Hemicellulose and Lignin on Thermochemical Conversion Characteristic of The Selected Biomass. *Bioresource Technology* 114: 663-669.
- Perez, S., Renedo, C.J., Ortiz, A., Man~ana, M. 2008. Energy Potential of Waste from 10 Forest Species in the North of Spain (Cantabria). *Bioresource Technology* 99: 6339-6345.
- Pio, D. dan D'Cruz, R. 2005. WWF: Borneo's Lost World: Newly Discovered Species on Borneo. WWF Indonesia, Jakarta : 27p.
- Reichb.f. and Zoll. 2011. *M. pearsonii*, *M. hypoleuca*, *M. winkleri*, *M. conifera*, *M. lowii*, *M. tricocharpa*. <http://www.nationalherbarium.nl/macmalborneo/Indonesian/Macaranga%20.htm>. 7 Juli 2011.

- Santhanam, S., Schilt, C., Turker, B., Woudstra, T., Aravind, P.V. 2016. Thermodynamic Moeling and Evaluation of High Efficiency Heat Pipe Integrated Biomass Gasifier Solid Oxide Fuel Cellse Gas Turbine.
- Siram, N. dan Shahidehpour, M. 2005. Renewable Biomass Energy. Illinouis, Chicago.
- Slik JWF, Keßler PJA, Welzen PCV. 2003. *Macaranga* and *Mallotus* Species (Euphorbiaceae) as Indicators for Disturbance in The Mixed Lowland Dipterocarp Forest of East Kalimantan (Indonesia). *Ecol Indic* 2: 311-324.
- Taherzadeh MJ, Karimi K. 2008. Pretreatment of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas Production: A Review. *Intl J Mol Sci* 9: 1621-1651.
- Veringa, H.J. 2009. Advanced Techniques for Generation of Energy from Biomass and Waste. *ECN Biomass* 1: 11-24.
- Wang Z, Keshwani DR, Redding AP, Cheng JJ. 2008. Alkaline Pretreatment of Coastal Bermuda Grass for Bioethanol Production (Paper No. 084013). Proceedings of ASABE Annual International Meeting, June 29-July 2, 2008, Providence, RI.
- Webster, G.L. 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 3-32.
- Wirawan, S., 2006. Current and Future Usage of Biofuels in Indonesia. Proceeding of Australia- Indonesia Joint Symposium in Science and Technology, Sept. 13-14.
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D.H., Zheng, C. 2007. Characteristics of Hemicellulose, Cellulose and Lignin Pyrolysis. *Fuel* 86 (12): 1781-1788.
- Yuliansyah, Kuspradini, H., Amirta, R., Muladi, S. 2012. Characterization and Preference Analysis of Fifteen Tropical Firewood Species in East Kalimantan. Proceeding of the 6th Korea-Thailand-Indonesia Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy, Seoul.
- Zhu, S., Wu, Yu, Z., Zhang, X., Wang, C., Yu, F., Jin, S. 2005. Production of Ethanol from Microwave-Assisted Alkali Pretreated Wheat Straw. *Process Biochemistry*.

PROFIL PENULIS

Dr. RUDIANTO AMIRTA



Lahir di Pemangkat 25 Oktober 1972. Gelar Sarjana Kehutanan diperoleh di Universitas Mulawarman (1996), Master Ilmu Kehutanan di Universitas Mulawarman (2000) dan Doktor Ilmu Kimia Konversi Energi Biomassa di Kyoto University Jepang (2005). Saat ini menjadi dosen sekaligus Dekan pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Sebelumnya, Ia pernah menjadi Kepala UPT. Layanan Internasional Unmul.

Penulis telah mempublikasikan lebih dari 18 artikel ilmiah yang terbit di beberapa jurnal terindeks. Karya penting dalam penulisan buku antara lain: *Desa Mandiri Listrik: Potensi Pengembangan Energi Listrik Berbasis Biomassa Hutan* (Mulawarman University Press, 2016) dan *Mulawarman University in Brief* (Universitas Mulawarman, 2011). Selama kariernya, penulis juga telah menerima beberapa penghargaan berskala nasional maupun lokal, diantaranya: Juara nasional Grand Final Lomba "SANG PENEMU" (LPP TVRI Jakarta, 2011), 8 Nominasi Nasional Penerima Penghargaan Energi Prakarsa 2016, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Republik Indonesia, Peneliti Terbaik LP2M Awards Universitas Mulawarman 2016 dan Dosen Berprestasi Kalimantan Timur 2017. Penulis juga tercatat sebagai penerima dana hibah penelitian dari berbagai sumber, diantaranya: Kemristekdikti, USAID, Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Monbusho-Kyoto University, dan juga Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Timur.

EDDY MANGOPO ANGI, M.Si



Lahir di Samarinda, 15 September 1971. Gelar Sarjana Kehutanan (1997) dan Master Ilmu Lingkungan (2011) diperoleh pada Universitas Mulawarman. Peneliti pada BIOMA (1997-2004); Koordinator Program Rotan pada Sistem Hutan Kerakyatan (SHK) Kaltim tahun 2004-2006; Pimpinan Redaksi Media Lingkungan/ULIN (2003-2004); *Associate* Peneliti Perkumpulan Prakarsa Borneo tahun 2011 hingga sekarang;

Associate Peneliti Yayasan TELADAN Samarinda (2000-sekarang); Konsultan Riset Independent (2006- sekarang).

Beberapa publikasinya antara lain: *Desa Mandiri Listrik: Potensi Pengembangan Energi Listrik Berbasis Biomassa Hutan* (Mulawarman University Press, 2016); *Looking at the Remaining Forest Outside Forest Area: Rapid Social and Legal Assessment Over the Natural Resource Management Along the Former Community Forestry Sites in Kutai Barat District of East Kalimantan* (WWF Indonesia, 2011); *Kebijakan Kabupaten Konservasi dari Perspektif Daerah dan Masyarakat Studi Kasus Malinau* (Tropenbos Indonesia, 2009); *Kebijakan Pemerintah Pusat Bidang Konservasi dari Perspektif Daerah dan Masyarakat: Studi Kasus Kutai Barat, Kalimantan Timur* (CIFOR, 2005); *Bagaimana Kebijakan Dapat Dikoordinasikan Pusat, Daerah dan Masyarakat?* (Governance Brief, 2005, CIFOR Bogor); *Exploring Biological Diversity, Environment and Local People's Perspectives in Forest Landscapes. Methods Multidisciplinary Landscape Assessment* (CIFOR, 2002); *Masyarakat Merap dalam Konteks Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumberdaya Hutan Kalimantan Timur* (APKSA Kaltim, 2000).

RICO RAMADHAN, Ph.D.



Pendidikan SD hingga SMU di Balikpapan, lalu tahun 2003 melanjutkan S1 Kimia di FMIPA Unmul melalui Program PBUD (Penjaringan Bibit Unggul Daerah), Program Master Ilmu Kehutanan Universitas Mulawarman melalui BPPS (Beasiswa Pendidikan Pascasarjana) DIKTI, dan Program Double Degree Unmul-Chulalongkorn University Thailand melalui Beasiswa Kaltim Cemerlang. Ia pun menyelesaikan pendidikan S3 dan memperoleh gelar Ph.D (2013–2015) dengan keahlian pada bidang Kimia Bahan Alam dan Kinetika Enzimatik untuk Penghambatan α -glukosidase (Antidiabetes).

Ia pernah menjadi Assistant Researcher (2015–2016) di Natural Products Research Unit, Chulalongkorn University (Thailand) dan anggota dalam project Thailand-China Research Collaboration (2015–2016) untuk pencarian senyawa bahan alam aktif untuk virus demam berdarah. Kini aktif sebagai Postdoctoral Researcher pada Natural Products Research Unit, Department of Chemistry, Chulalongkorn University (Thailand). Selain itu, Ia juga aktif melakukan riset-riset yang berkolaborasi dengan Laboratorium Kimia Hasil Hutan dan Laboratorium Bioteknologi Industri pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda.

Dr. IRAWAN WIJAYA KUSUMA



Lahir di Tanah Grogot, 12 April 1973. Pendidikan S1 (1996) dan S2 (2000) diselesaikan di Fakultas Kehutanan Unmul, sementara pendidikan S3 di Jurusan Biosains Terapan, Universitas Ehime, Jepang tahun 2005. Selain menjadi dosen bidang Pengolahan Hasil Hutan di Fakultas Kehutanan Unmul, Ia juga menjadi Ketua Unit Layanan Strategis Ekosistem Tropis dan Pembangunan Berkelanjutan (TESD) Unmul.

Penulis telah mempublikasikan lebih dari 26 artikel ilmiah yang terbit di beberapa jurnal terindeks. Karya penting dalam penulisan buku antara lain: *Materials, Chemicals and Energy from Forest Biomass* (Springer Verlag, 2007, *Chapter in Book*) dan *Pengenalan Jenis Getah: Gum, Lateks, Resin* (Mulawarman University Press, 2016). Penulis juga pernah terpilih sebagai salah satu Peneliti Muda Indonesia (2012) yang digelar oleh Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia-BOR. Sementara hibah riset yang pernah diterimanya antara lain bersumber dari Kemristekdikti, Science and Technology Research Grant (STRG), Toray Foundation, AIPI-BOR, USAID dan ERDB-Philippines.

CATUR BUDI WIATI, M.Sc



Gelar Sarjana Kehutanan (S.Hut.) diperoleh pada Fakultas Kehutanan Unlam (1998) dan Master (M.Sc.) Bidang Ilmu Kehutanan di Pascasarjana Ilmu Kehutanan Universitas Gajah Mada Yogyakarta (2011). Bekerja sebagai Peneliti Sosiologi Kehutanan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Balai Besar Penelitian Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa (B2P2EHD) sejak tahun 2000. Bidang penelitian yang ditekuni selama ini antara lain pengelolaan sumberdaya hutan oleh masyarakat lokal termasuk hukum adat, konflik pemanfaatan sumberdaya hutan, perhutanan sosial, penatausahaan dan tata niaga kayu termasuk illegal logging.

Beberapa publikasi diantaranya Penggunaan Tenaga Kerja pada Kegiatan Budidaya dalam Pengusahaan Hutan Alam Produksi dalam Buku *Shorea leprosula* Miq dan *Shorea johorensis* Foxw: Ekologi, Silvikultur, Budidaya dan Pengembangan (2014, Balai Besar Penelitian Dipterokarpa Samarinda); Perempuan Pembaharu Desa dalam Buku dari Desa ke Desa: Dinamika Gender dan Pengelolaan Kekayaan Alam (2006, CIFOR); Apakah Setelah Desentralisasi Hutan Penelitian

Sebaiknya Bermanfaat untuk Masyarakat Lokal? (2005, CIFOR); Kepentingan Lokal atau Nasional? Konflik Penguasaan Lahan di Hutan Penelitian Sebulu, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur (2005, CIFOR); Ilegal Logging: Sebuah Misteri Sistem Pengrusakan Hutan Indonesia (2005, Balai Penelitian dan Kehutanan Kalimantan).

MUHAMMAD TAUFIQ HAQIQI, S.Hut.



Merupakan anak terakhir dari empat bersaudara yang lahir di sebuah desa kecil di wilayah Selatan Kabupaten Kediri. Keinginan kuat meneruskan pendidikan hingga ke perguruan tinggi membuat Ia bertekad merantau ke Kaltim. Sebelumnya, Ia merupakan lulusan SMK Jurusan Otomotif. Ia pun diterima di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda melalui Program Beasiswa Bidikmisi. Selama menjadi mahasiswa, Ia juga aktif menjadi asisten pada Laboratorium Bioteknologi Industri.

Ia pernah memperoleh juara pertama dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional dengan tema Pemanfaatan Hutan Sebagai Sumber Energi dan menjadi finalis dalam lomba serupa dengan tema Inovasi IPTEK untuk Membangun Kawasan Desa di Indonesia. Selain itu, Ia pernah menjadi perwakilan Universitas Mulawarman pada Program International Internship Program di Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand. Ia juga telah mempunyai publikasi internasional pertamanya berjudul Plant Diversity and Energy Potency of Community Forest in East Kalimantan, Indonesia: Searching for Fast Growing Wood Species for Energy Production (Nusantara Bioscience, 2016). Pada tahun 2016, Ia memperoleh penghargaan sebagai Mahasiswa Berprestasi Utama Universitas Mulawarman dan pada tahun berikutnya juga menerima penghargaan dari Gubernur Kalimantan Timur sebagai mahasiswa berprestasi.