

SIFAT KIMIA DAN WARNA KAYU KERUING, MERSAWA, DAN KAPUR

Chemical and Colour Properties of Keruing, Mersawa, and Kapur Woods

Ganis Lukmandaru¹⁾, Siti Fatimah¹⁾, dan Andrian Fernandes²⁾

¹⁾ Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada

Jl Agro No. 1, Bulaksumur, Sleman

e-mail : ganisarema@lycos.com

²⁾ Balai Besar Penelitian Dipterokarpa

Jl. AW. Syahrani No.68, Sempaja, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

e-mail : af.andrian.fernandes@gmail.com

Diterima 13-04-2015, direvisi 28-10-2015, disetujui 06-11-2015

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat kimia dan warna kayu keruing (*Dipterocarpus humeratus*), mersawa (*Anisoptera laevis*) dan kapur (*Dryobalanops keithii*) yang sampai saat ini relatif belum banyak diketahui. Sampel pohon diperoleh dari hutan Muara Wahau, Kalimantan Timur. Bagian gubal dan teras diperoleh dari bagian pangkal pohon. Pengujian komponen kimia mengacu pada standar ASTM. Pengukuran warna dilakukan melalui sistem koordinat CIELAB. Hasil pengukuran kadar ekstraktif di 3 spesies pada nilai kadar ekstraktif etanol-toluena (KEET) menunjukkan kisaran pada kayu bagian gubal (KG) 2,37-4,60 % dan teras (KT) 2,58-4,81 %, kelarutan dalam air panas (KAP) sebesar 2,14-6,49 % (KG) dan 1,14-5,77 % (KT), kadar kelarutan dalam air dingin (KAD) adalah 1,61-6,39 % (KG) dan 1,06-3,26 % (KT). Kecenderungan dari gubal ke teras menunjukkan adanya kenaikan nilai KEET, dan penurunan nilai KAP dan KAD. Pengukuran komponen dinding sel pada kadar lignin berkisar 27,39 – 33,29 % (KG) dan 25,77- 34,19 % (KT), kadar holoselulosa berkisar 70,50-73,73 % (KG) dan 65,94-74,84% (KT), sedangkan kadar α -selulosa berkisar 45,83-49,62 % (KG) dan 44,23-52,32 % (KT). Dari gubal ke teras, perbedaan nilai kadar lignin dan selulosa relatif kecil. Kelarutan dalam NaOH 1 % berkisar 12,06-17,07 (KG) dan 11,85-20,79 % (KT), kadar abu sekitar 0,72-3,64 % (KG) dan 0,74-4,73 % (KT), sedangkan nilai pH berkisar 5,56-8,02 (KG) dan 7,09-7,96 (KT). Untuk sifat warna, kisaran nilai indeks kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), dan kekuningan (b^*) pada bagian gubal adalah 48-53, 6-11, dan 9-20, secara berturut-turut, sedangkan pada bagian teras masing-masing 40-49, 9-16, dan 14-18.

Kata kunci: keruing, kapur, mersawa, sifat kimia, warna kayu

ABSTRACT

This study was aimed at finding out the chemical and colour properties of keruing (*Dipterocarpus humeratus*), mersawa (*Anisoptera laevis*) and kapur (*Dryobalanops keithii*) timbers as their limited information up to now. Tree samples were obtained from Muara Wahau forest, East Borneo. Sapwood and heartwood then were cut from the base parts of the trees. Chemical examinations referred to ASTM standard. Colour measurements were performed through CIELAB coordinate system. The results of extractive measurements of 3 species showed that the amounts of ethanol-toluene extractive (ETE) ranged from 2.37-4.60 % in the sapwood (SW) and 2.58-4.81 % in the heartwood (HW), hot-water solubles (HWS) ranged from 2.14-6.49 % (SW) and 1.14-5.77 % (HW), then cold-water solubles (CWS) were 1.61-6.39 % (SW) and 1.06-3.26 % (HW). The tendency from sapwood to heartwood showed an increasing levels in ETE and decreasing in HWS and CWS. The measurement in the cell wall components showed that the contents of lignin ranged from 27.39 – 33.29 % (SW) and 25.77- 34.19 % (HW), holocellulose ranged from 70.50-73.73 % (SW) and 65.94-74.84% (HW), as α -cellulose were 45.83-49.62 % (SW) and 44.23-52.32 % (HW). From sapwood to heartwood, a slight difference in lignin and cellulose levels were found. The solubility in NaOH 1 % levels were 12.06-17.07% (SW) and 11.85-20.79 % (HW), ash contents were 0.72-3.64 % (SW) and 0.74-4.73 % (HW), whereas the pH values ranged from 5.56-8.02 (SW) and 7.09-7.96 (HW). With regard to colour properties, the brightness (L^*), redness (a^*), and yellowness (b^*) indexes in the sapwood were 48-53, 6-11, and 9-20, respectively. In the heartwood, the values were 40-49, 9-16, dan 14-18, respectively.

Keywords: keruing, kapur, mersawa, chemical properties, wood colour

I. PENDAHULUAN

Indonesia dianugerahi berbagai spesies *Dipterocarpaceae* yang melimpah khususnya di hutan Kalimantan. Telah tercatat 9 genus yaitu *Anisoptera*, *Cotylelobium*, *Dipterocarpus*,

Dryobalanops, *Hopea*, *Parashorea*, *Shorea*, *Upuna* dan *Vatica* yang tersebar di hutan dataran rendah (Newman et al. 1999; Rana et al. 2009). Variasi yang sangat besar dalam satu genus menyebabkan masih banyak kayu yang belum

teridentifikasi (*lesser known timber*) dan kayunya belum banyak dimanfaatkan (*lesser used timber*). Hal ini sangat disayangkan mengingat kebutuhan kayu yang terus meningkat seiring waktu.

Beberapa spesies yang telah diidentifikasi dan dimanfaatkan antara lain adalah keruing, mersawa dan kapur. Kayu keruing (rerata BJ 0,69-0,92) dan kapur (rerata BJ 0,59-0,84) telah banyak digunakan untuk konstruksi berat, lantai, bangunan pelabuhan, bantalan kereta api, sampai kayu lapis (Martawijaya et al. 1989). Umumnya kayu mersawa (rerata BJ 0,61-0,73) dimanfaatkan untuk bangunan ringan di bawah atap, kayu lapis, dan mebel murah. Beberapa penelitian (Budiarso, 2003; Coto, 2005; Darmawan et al. 2011; Dayadi dan Widiati, 2010; Muslich dan Sumarni, 2006; Tjondro dan Pranata, 2010) secara terpisah pada tiga spesies tersebut telah membahas sifat fisik, keawetan alami, pengolahan, maupun produk fisik kayunya.

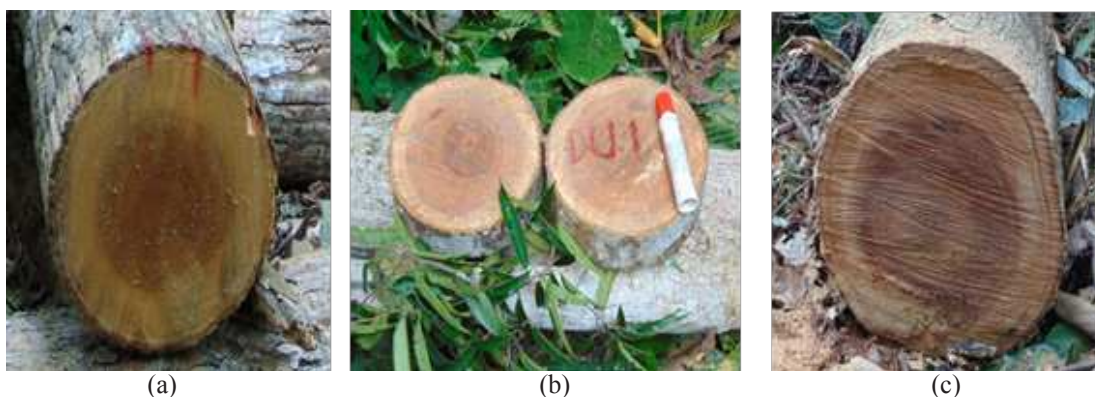
Salah satu sifat dasar yang berpengaruh terhadap sifat kayu maupun pengolahannya adalah sifat kimia. Sifat yang bisa dipengaruhi antara lain sifat warna, keawetan alami, rekat, pengerjaan, kekuatan kayu dan sifat-sifat lainnya. Tidak banyak data mengenai sifat kimia kayu dari genus *Dipterocarpus* (keruing), *Dryobalanops* (kapur), dan *Anisoptera* (mersawa) bahkan dalam famili *Dipterocarpaceae* secara keseluruhan. Penelitian ini merupakan lanjutan dari publikasi sebelumnya (Yunanta et al. 2014) dengan tujuan melengkapi data sifat kimia kayu *Dipterocarpaceae* khususnya variasi dalam

pohon. Selain sifat kimia, sifat warna juga dibahas karena sifat tersebut mempunyai manfaat secara komersial maupun dalam pengenalan jenis. Seperti halnya sifat kimia kayu, selain masih terbatas, juga karena sifat warna kayu *Dipterocarpaceae* selama ini masih dilaporkan secara kualitatif. Shmulsky dan Jones (2011) menyebutkan bahwa penggunaan kayu sebagai mebel dan kayu lapis sering mempersyaratkan warna kayu yang bagus dan homogen selain corak serat yang indah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Penyiapan dan Deskripsi Sampel

Contoh uji kayu berasal dari 3 spesies pohon yang ditebang di areal IUPHHK PT Gunung Gajah Abadi, Muara Wahau, Kalimantan Timur. Setiap spesies, diambil satu pohon. Spesies tersebut adalah keruing (*Dipterocarpus humeratus* Sloot), mersawa (*Anisoptera laevis* Ridley), dan kapur (*Dryobalanops keithii* Sym), dengan deskripsi sampel disajikan pada Tabel 1. Identifikasi jenis dilakukan dengan bertanya kepada para pengenal jenis lokal dan mencocokkan jenis yang ada dengan buku identifikasi jenis *Dipterocarpaceae* yang dibuat oleh Newman et al (1999). Setelah pohon ditebang, pada bagian pangkal pohon dipotong piringan kayu setebal 5 cm untuk tiap spesiesnya (Gambar 1). Dalam piringan tersebut, bagian gubal ($\pm 0,5$ cm dari kulit) dan teras ($\pm 0,5$ cm dari perbatasan gubal) diambil untuk serbuk kayunya dengan ukuran 40-60 mesh untuk pengujian sifat kimia dan warna.



Gambar 1. Sampel potongan piringan kayu dari tiga spesies Dipterocarpaceae, (a) *Dipterocarpus humeratus*, (b) *Anisoptera laevis*, (c) *Dryobalanops keithii*

Figure 1. Disc samples of wood from three Dipterocarpaceae species, (a) *Dipterocarpus humeratus*, (b) *Anisoptera laevis*, (c) *Dryobalanops keithii*

Sumber: data foto di lapangan

Tabel 1. Deskripsi sampling kayu tiga spesies Dipterocarpaceae
Table 1. Description of the wood samplings from three Dipterocarpaceae species

Spesies (<i>Species</i>)	Dbh (cm)	TBU (m)	Deskripsi makroskopis (<i>Macroscopic description</i>)
Keruing (<i>Dipterocarpus humeratus</i> Sloot)	43	22,5	Pada kondisi segar, kayu gubal berwarna kuning kemerahan dan kayu teras berwarna coklat. Pada kondisi kering kayu gubal berwarna coklat muda dan kayu teras berwarna coklat kemerahan. Kadang-kadang ditemukan bagian kayu yang bergetah. Kesan raba agak kasar. Arah serat lurus. Kayu memiliki bau yang khas.
Mersawa (<i>Anisoptera laevis</i> Ridley)	39	17,7	Pada kondisi segar, kayu gubal berwarna putih kekuningan dan kayu teras berwarna kuning kecoklatan. Pada saat kering, kayu gubal dan teras tidak dapat dibedakan dan berwarna putih kekuningan. Setelah ditebang kayu meneteskan air yang menunjukkan kadar air yang tinggi dengan pori kayu yang besar. Kesan raba agak kasar. Arah serat lurus.
Kapur (<i>Dryobalanops keithii</i> Sym)	38	20,0	Pada kondisi segar, kayu gubal berwarna putih kecoklatan dan kayu teras berwarna coklat muda, memiliki kulit yang tebal. Pada saat kering, kayu gubal berwarna putih kekuningan dan kayu teras berwarna kemerahan. Kayu memiliki bau khas, bagian kayu yang berminyak mudah menyala bila terkena api. Kesan raba agak kasar. Arah serat lurus.

Keterangan : Dbh = diameter setinggi dada (*breast-height diameter*); TBU = tinggi batang utama (*main stem height*)
Sumber : diolah dari data primer

B. Pengujian Sifat Kimia

Setelah serbuk dikeringudarkan selama seminggu, dilakukan pengujian komponen dan sifat kimia antara lain kadar ekstraktif larut dalam alkohol-toluena (ASTM D1107 – 96, 2002), kadar larut dalam air panas dan air dingin (ASTM D1110 – 80, 2002). Kadar holoselulosa dan α -selulosa mengacu pada metoda modifikasi asam klorit (Browning, 1967) sedangkan kadar lignin mengacu pada TAPPI T 222 os 1978 (1992). Parameter lainnya adalah kadar kelarutan dalam NaOH 1 % (ASTM D 1109 – 84, 2002) dan kadar abu (ASTM D 1102 – 84, 2002). Nilai pH diukur dengan alat OAKTON pH tester. Sebanyak 1 g serbuk setara kering tanur direndam dalam 20 ml aquades selama 24 jam. Setelah dilakukan penyaringan dengan kertas saring, pada filtratnya kemudian diukur nilai pH-nya.

C. Pengukuran Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan alat spektrokolorimeter NF333 pada sampel dalam bentuk balok. Penampang melintang

(x) dari balok yang telah dikeringudarkan dan dihaluskan dengan pengampelasan kemudian diukur sifat warnanya. Kondisi pengukurannya adalah sebagai berikut: diameter bukaan 6 mm, pencahayaan D65, sumber cahaya *tungsten halogen*. Persentase pemantulan diambil tiap interval 10 nm pada spektrum cahaya tampak (400 ~ 700 nm) dan dikonversikan ke sistem warna CIE-LAB (Burtin et al. 2000) yaitu L* (kecerahan) dengan skala 0 (hitam) ~ 100 (putih), a* (kemerahan) dengan skala + (merah) dan (-) untuk hijau, b* dengan skala (+) untuk kuning dan (-) untuk biru. Pengukuran dilakukan sebanyak 2 titik tiap sampel, rerata dari pengukuran tersebut dihitung sebagai parameter warna yang berbeda.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ekstraktif

Kadar ekstraktif etanol-toluena (KEET) menandakan banyaknya ekstraktif non-polar maupun polar atau kisaran lebar dari kelompok terpena sampai fenolat. Umumnya kayu gubal memiliki nilai KEET yang lebih rendah dari

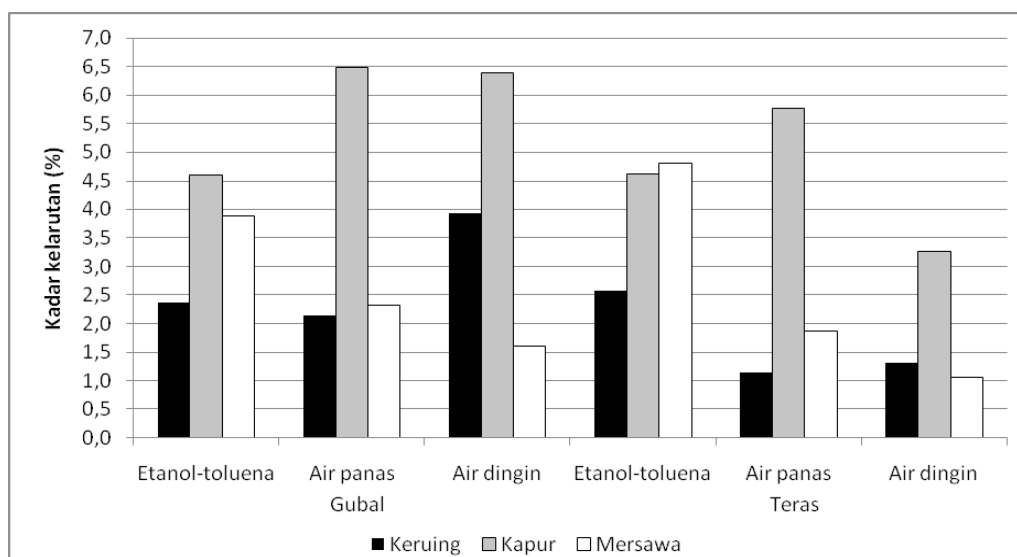
terasnya. Hasil pengukuran 3 spesies (Gambar 1) menunjukkan kisaran KEET pada kayu gubal 2,37-4,60 % dan teras 2,58-4,81 %. Nilai tertinggi di gubal diperoleh pada spesies kapur (4,60 %) sedangkan di teras pada mersawa (4,81 %). Perlu diperhatikan bahwa nilai rerata KEET gubal (4,60 %) dan teras pada kapur (4,62 %) adalah hampir sama. Kecenderungan serupa juga diamati antara bagian gubal (2,37 %) dan teras (2,58 %) untuk kayu keruing.

Air dingin akan melarutkan tanin, gula-gula, dan zat-zat warna sedangkan air panas akan melarutkan komponen larut air dingin ditambah zat pati (ASTM 2002). Pengukuran kadar kelarutan dalam air dingin (KAD) pada 3 spesies (Gambar 2) menunjukkan kisaran pada gubal adalah 1,61-6,39 % dan teras 1,06-3,26 %, sedangkan kisaran kelarutan dalam air panas (KAP) di gubal sebesar 2,14-6,49 % dan teras 1,14-5,77 %. Nilai tertinggi baik untuk KAP dan KAD di bagian gubal dan teras ditemukan pada kapur.

Nilai rerata terendah di KAD bagian gubal dan teras diperoleh dari mersawa sedangkan

KAP terendah diperoleh dari keruing. Umumnya nilai KAP cenderung lebih besar dari KAD tetapi khususnya di keruing baik gubal dan teras nilai KAD lebih tinggi dari KAP. Meski belum diketahui secara pasti, diduga kadar pati yang tidak terlalu tinggi saat diekstrak dengan air panas serta kadar gula non-pati yang relatif tinggi dan hanya larut oleh air dingin berpengaruh pada kecenderungan di atas. Perbandingan antara gubal dan teras menunjukkan adanya kenaikan nilai KEET, dan penurunan nilai KAP dan KAD. Pada KEET, kenaikan lebih terlihat pada spesies mersawa (3,89 ke 4,81 %). Kenaikan tersebut berkaitan dengan proses pembentukan kayu teras dari kayu gubal dimana senyawa fenolat banyak terbentuk dan memberi warna terasnya.

Penurunan drastis dari gubal ke teras di parameter nilai KAD terlihat pada keruing dan kapur dimana besarnya mencapai sekitar separuhnya. Hal ini menandakan berkurangnya komponen ekstraktif primer seperti gula dengan berat molekul rendah dan sedang saat pembentukan teras.



Gambar 2. Kadar ekstraktif etanol-toluena, kelarutan dalam air panas dan air dingin pada bagian gubal dan teras spesies keruing, kapur dan mersawa. Nilai merupakan persentase dari berat serbuk awal dan rerata dua kali pengukuran

Figure 2. The contents of ethanol-toluene extractive, hot-water and cold-water solubles of sapwood and heartwood parts from keruing, kapur and mersawa. The values were from the percentage of the initial weight of wood powder and average of two measurements

Sumber : diolah dari data primer

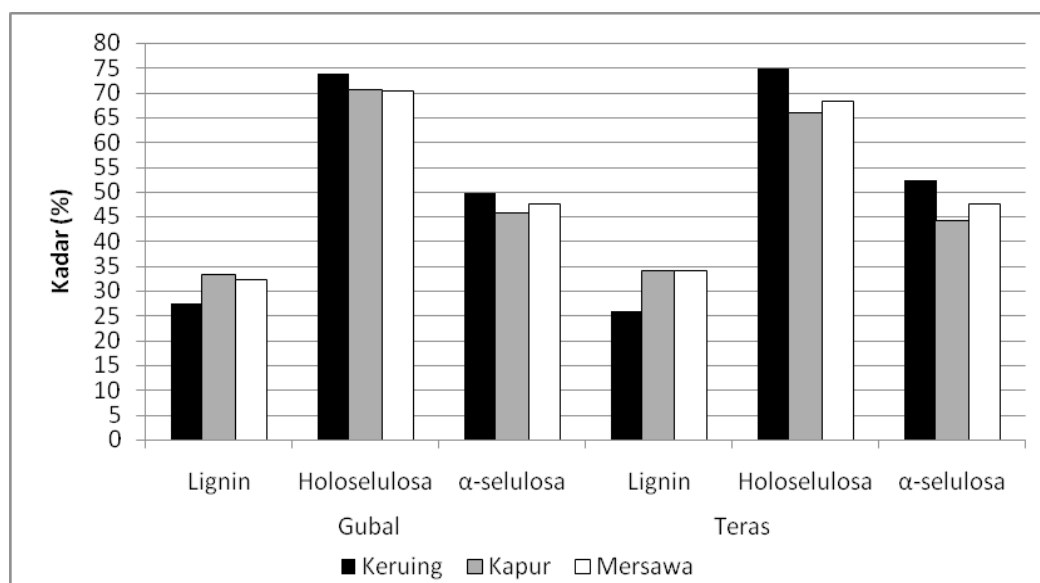
Berdasarkan spesies, bisa diamati kecenderungan yang berbeda antara gubal dan terasnya. Di bagian gubal, nilai KED merupakan tertinggi di keruing, KAP di kapur, dan KEET di mersawa. Di bagian teras, KEET merupakan yang tertinggi di keruing dan mersawa sedangkan KAP yang tertinggi di kapur. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan komposisi ekstraktif di antara ketiga spesies tersebut.

Nilai tertinggi KAP pada kapur di bagian teras maupun gubal menandakan dominasi senyawa yang lebih polar seperti fenolat berberat molekul tinggi atau komponen gula. Demikian pula nilai KEET yang tinggi di mersawa baik di gubal maupun teras menandakan lebih banyaknya komponen senyawa yang kurang polar. Penelitian

mengenai komposisi ekstraktif melalui ekstraksi secara bertingkat pada spesies-spesies tersebut perlu dilakukan untuk menjawab secara detail perbedaannya.

B. Komponen Dinding Sel

Secara teoritis, dinding sel kayu disusun oleh fraksi gula berupa polimer selulosa, hemiselulosa dan pektin serta fraksi non-gula berupa lignin (Rowell et al. 2005). Holoselulosa merupakan penjumlahan dari selulosa dan hemiselulosa sedangkan pektin tidak diukur karena nilainya relatif kecil. Hasil penentuan komponen dinding sel ini bisa dilihat di Gambar 3. Lignin berkisar 27,39 – 33,29 % di gubal dan 25,77- 34,19 % di teras.



Gambar 3. Kadar lignin, holoselulosa, dan α -selulosa pada bagian gubal dan teras spesies keruing, kapur dan mersawa. Nilai merupakan persentase dari berat serbuk bebas ekstraktif dan rerata dua kali pengukuran

Figure 3. The contents of lignin, holocellululose, and α -cellululose of sapwood and heartwood parts from keruing, kapur and mersawa. The values were from the percentage of the free-extractive weight of wood powder and average of two measurements

Sumber : diolah dari data primer

Nilai rerata terendah didapatkan pada keruing baik di gubal maupun teras, sedangkan pada kapur dan mersawa nilainya di atas 30 %. Kadar holoselulosa berkisar 70,50-73,73 % di gubal dan 65,94-74,84% di teras. Kecenderungan berbeda terlihat dimana kadar holoselulosa tertinggi didapatkan pada keruing. Secara matematis, kadar holoselulosa akan berbanding terbalik dengan kadar ligninnya. Kadar α -selulosa berkisar

45,83-49,62 % di gubal dan 44,23-52,32 % di teras. Seperti halnya pada kadar holoselulosa, nilai tertinggi di gubal dan teras terdapat pada keruing.

Dari gubal ke teras, perbedaan nilai kadar lignin dan selulosa relatif kecil. Hal ini menunjukkan komponen dinding sel tidak banyak dipengaruhi perubahan dari gubal ke teras dibandingkan kadar ekstraktifnya (Gambar

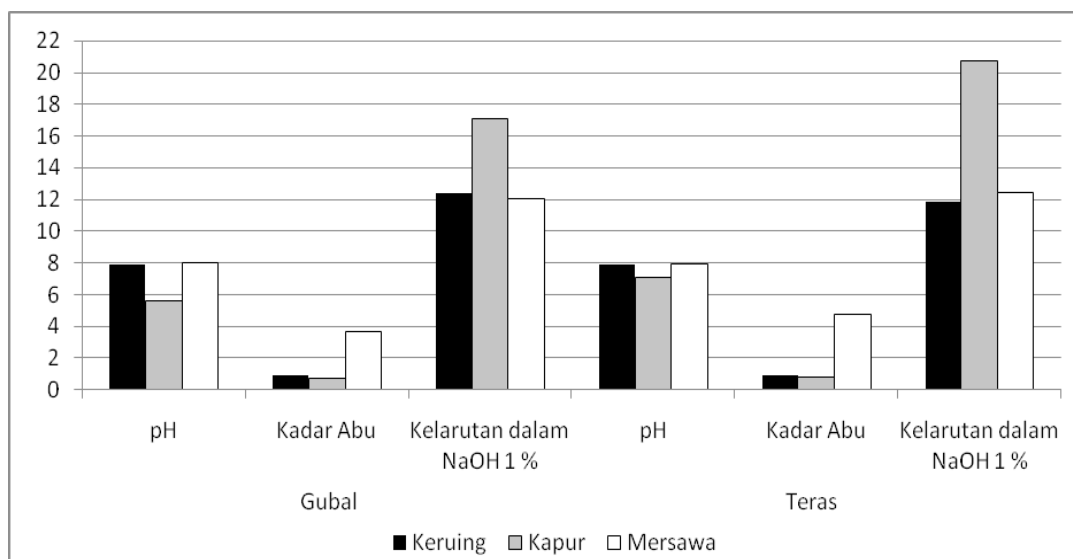
3). Selisih relatif tinggi diperoleh pada kadar holoselulosa di kapur yaitu 70,63 ke 65,94 %. Penurunan kadar holoselulosa di kapur diduga karena perbedaan kadar hemiselulosa antara kayu gubal dan teras. Secara matematis, hemiselulosa pada keruing, kapur dan mersawa berada dalam kisaran 22,52-24,11; 21,71-24,80; dan 20,66-22,75%, secara berturutan. Dari gubal ke teras, nilai kadar hemiselulosa cenderung turun untuk keruing, sedangkan pada kapur dan mersawa cenderung naik.

C. Kadar Abu, Nilai pH, dan Kelarutan dalam NaOH 1%

Pengukuran kadar abu, nilai pH, kelarutan dalam NaOH 1 % disajikan dalam Gambar 4 . Kadar abu mengindikasikan zat anorganik atau mineral yang diserap dari tanah oleh pohon. Zat anorganik ini merupakan komponen yang pokok dalam fisiologi pohon. Kisaran abu di gubal sekitar 0,72-3,64 % sedangkan di teras antara

0,74-4,73 %. Baik di gubal dan teras, mersawa mempunyai kadar abu jauh di atas rata-rata kayu tropis yang umumnya yaitu kurang dari 1 %.

Kelarutan dalam NaOH 1 % menunjukkan banyaknya komponen gula-gula rantai pendek. Kisaran dalam gubal adalah 12,06-17,07 dan 11,85-20,79 % di teras. Nilai tertinggi didapatkan di sampel kapur baik di gubal maupun terasnya. Hal ini selain menandakan kemungkinan degradasi lebih intens akibat serangan jamur sehingga polimer gula menjadi komponen dengan berat molekul lebih pendek juga memberi kemungkinan secara alami komponen hemiselulosa kayu kapur memang banyak mengandung fraksi gula berat molekul pendek. Dalam penelitian ini sayangnya tidak dilakukan penentuan kadar pentosan untuk lebih memastikan kecenderungan kadar hemiselulosa pada ketiga spesies tersebut.



Gambar 4. Kadar abu, kelarutan dalam NaOH 1% dan nilai pH pada bagian gubal dan teras spesies keruing, kapur dan mersawa. Nilai kadar abu dan kelarutan dalam NaOH 1 % merupakan persentase dari berat serbuk awal. Nilai merupakan rerata dua kali pengukuran

Figure 4. The ash and solubility in NaOH 1 % contents, as well as pH values of sapwood and heartwood parts from keruing, kapur and mersawa. The values were from the percentage of the initial weight of wood powder. The values were from the average of two measurements

Sumber : diolah dari data primer

Nilai pH menunjukkan tingkat keasaman suatu kayu, dalam hal ini kisaran yang didapat adalah 5,56-8,02 di gubal dan 7,09-7,96 di teras. Nilai asam hanya didapatkan pada bagian gubal kapur (5,56) sedangkan di bagian lain atau spesies

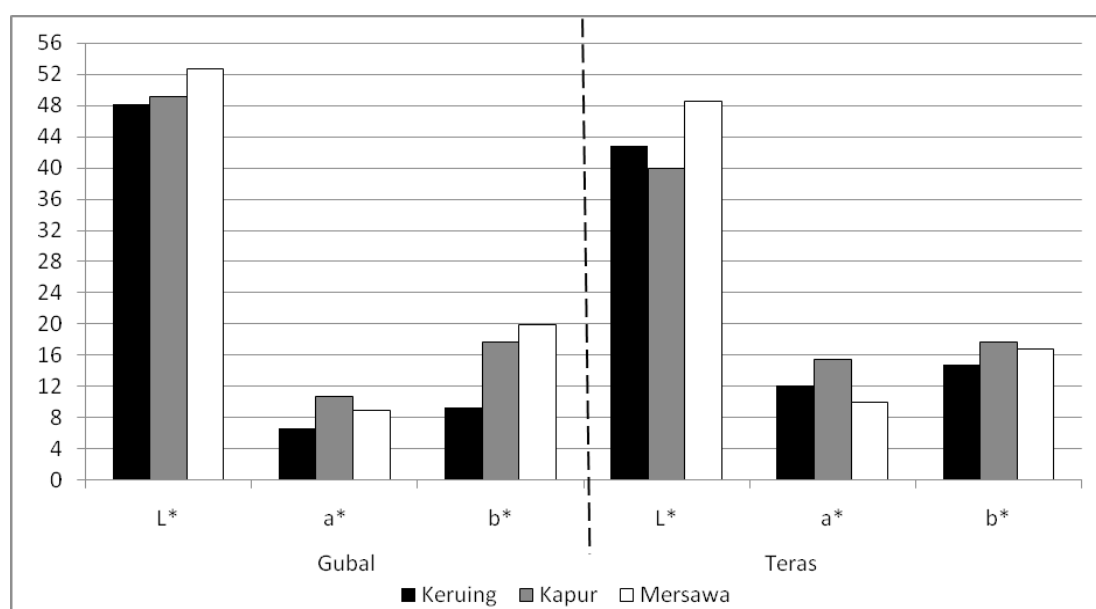
lainnya dalam kisaran basa lemah. Nilai tertinggi di gubal dan teras didapatkan pada mersawa meski selisihnya tidak jauh berbeda dari nilai kayu keruing. Nilai basa pada mersawa ini sedikit banyak dipengaruhi oleh nilai kadar abunya yang

relatif tinggi (3,64 % dan 4,73 %). Komponen abu sekitar 80 % terdiri dari komponen basa seperti Ca, Mg, dan K (Rowell et al. 2005). Nilai asam pada gubal kayu kapur diduga dipengaruhi oleh komponen hemiselulosa rantai yang relatif banyak seperti yang ditunjukkan dalam data kelarutan dalam NaOH 1 % (17,07 %), relatif tingginya nilai KEET (4,60 %), KAP (6,49 %), dan KAD (6,39 %) serta relatif rendahnya kadar abu (0,72 %). Secara teoritis gula hemiselulosa bisa terurai dalam air dan melepaskan gugus-gugus asam uronatnya (Sjostrom, 1993), sedangkan ekstraktif dari komponen fenolat bersifat asam lemah. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk memastikan faktor-faktor yang

paling berkontribusi sehingga bisa menjelaskan perbedaan pH yang relatif besar antar spesies dan antar bagian dalam pohon (gubal/teras).

D. Sifat Warna

Warna kayu merupakan parameter penting untuk menentukan kegunaan khusus furniture atau konstruksi ringan lainnya pada produk solid. Sifat warna bisa bervariasi lebar dipengaruhi faktor genetis (Rink dan Phelps, 1989) dan kondisi lingkungan (Wilkins dan Stamp, 1990). CIELAB merupakan sistem pengukuran yang paling banyak digunakan dalam penentuan warna kayu karena kemudahan penafsirannya.



Gambar 5. Sifat warna dalam L* (kecerahan), a* (kemerahan), dan b* (kekuningan) pada bagian gubal dan teras spesies keruing, kapur dan mersawa. Nilai merupakan rerata dua titik pengukuran

Figure 5. Color properties in L* (brightness), a* (redness) and b* (yellowness) of sapwood and heartwood parts from keruing, kapur and mersawa. The values were from the average of two measurements

Sumber : diolah dari data primer

Kisaran nilai indeks kecerahan, kemerahan, dan kekuningan pada bagian gubal untuk ketiga spesies tersebut secara berurutan adalah 48-53, 6-11, dan 9-20 (Gambar 4). Pada bagian teras secara berurutan kisarannya adalah 40-49, 9-16, dan 14-18. Bagian gubal menunjukkan nilai indeks rerata paling gelap di kayu keruing (48,13), paling merah di kapur (10,67) serta paling kuning di mersawa (19,91). Kecenderungan berbeda terlihat di bagian teras, dimana paling gelap

ditemukan pada keruing (40,01), paling kuning pada kapur (17,68) sedangkan nilai kemerahan tertinggi pada kapur (15,52) sama halnya kecenderungan pada kayu gubalnya. Perlu dicatat bahwa selisih tertinggi di bagian gubal diamati pada indeks kekuningan sedangkan di bagian teras pada parameter kecerahan.

Secara umum zat warna dipengaruhi oleh kadar dan mutu zat ekstraktif kayunya (Hon dan Minemura, 2001). Zat ekstraktif sekunder yang

mengandung banyak fenolat akan diendapkan pada kayu teras sehingga lebih berwarna. Kapur mempunyai nilai KAP paling tinggi juga menunjukkan nilai kecerahan yang paling rendah atau paling gelap di teras serta kemerahan dan kekuningan tertinggi. Di bagian gubal, nilai KEET, KAD, dan KAP kapur tertinggi dibandingkan spesies lainnya tetapi hanya nilai kemerahannya yang tertinggi. Sampel yang lebih banyak diperlukan apabila ingin mengetahui hubungan antara kadar ekstraktif dan sifat warnanya. Penelitian yang menghubungkan antara sifat warna dan kadar ekstraktif telah dilakukan pada kayu jati (Lukmandaru 2009), mangium (Lukmandaru et al. 2011), *Eucalyptus pilularis* (Yazaki et al. 1994) dan *Larix sp* (Gierlinger et al. 2004).

E. Perbandingan dengan Spesies *Dipterocarpaceae* Lainnya

Data sifat kimia kayu yang berkaitan dan sudah dilaporkan adalah untuk *Dipterocarpus gracilis*, *Dryobalanops aromatica*, dan *Anisoptera marginata* (Martawijaya dkk, 1989). Untuk sesama genus yang berkaitan, nilai KEET yang asumsikan setara dengan nilai kelarutan dalam etanol-benzena menunjukkan nilai di penelitian ini lebih rendah pada keruing dan mersawa, dan lebih tinggi pada kapur. Nilai KAD pada semua spesies dalam eksperimen ini lebih tinggi sedangkan untuk nilai KAP, di keruing dan mersawa lebih rendah tetapi kapur lebih tinggi bila dibandingkan dengan pustaka tersebut. Pada komponen dinding sel, nilai yang diperoleh di penelitian ini jauh lebih tinggi untuk kadar ligninnya (di atas 25 %) tetapi untuk kadar selulosa lebih rendah khususnya untuk kapur dan mersawa. Sebagai contoh, disebutkan kadar lignin untuk *D. gracilis* adalah 19,2 % dan mersawa sebesar 22,1 %. Untuk kadar abu, nilai di penelitian ini lebih tinggi untuk semua spesies dan menariknya terdapat kecenderungan serupa diperoleh di kadar abu dalam laporan tersebut dimana mersawa nilainya jauh lebih tinggi (3,5 %) dari keruing (0,9 %) dan kapur (0,8 %). Kelarutan dalam NaOH 1% menunjukkan nilai

di keruing di penelitian ini masih dalam kisaran, kapur jauh lebih tinggi tetapi mersawa lebih rendah.

Nilai pH umumnya dalam kisaran asam karena terdapat zat fenolat bertindak sebagai asam lemah, khususnya di kayu teras. Dalam penelitian ini hampir semua nilai dalam kisaran basa lemah meskipun dalam zona kayu teras. Sayangnya data nilai pH masih terbatas khususnya pada *Dipterocarpaceae* sehingga perbandingan sesama genus tidak bisa dilakukan. Padahal nilai pH kayu ini cukup penting, seperti yang menyangkut proses perekatan atau karat pada logam (Fengel dan Wegener 1989). Penelitian sebelumnya pada tiga spesies *Shorea* oleh Yunanta et al. (2014) menunjukkan pada *Shorea retusa* juga dalam kisaran basa lemah (7,16-8,39) sedangkan pada *Shorea macrophylla* (6,40-7,48) dan *Shorea macroptera* (4,59-7,11) dalam kisaran asam lemah ke basa lemah bergantung posisi aksial dan radialnya.

Penelitian mengenai sifat warna secara kuantitatif pada kayu *Dipterocarpaceae* masih sangat terbatas. Laporan sebelumnya (Martawijaya et al. 1989) menyebutkan bahwa teras dari beberapa keruing adalah dalam kisaran coklat-merah, coklat, kelabu-coklat atau merah-coklat-kelabu, mersawa adalah kuning kejinggaan kotor, kuning kotor atau kuning kelabu, sedangkan pada kapur adalah merah, merah-coklat, merah-kelabu (*D. Aromatica*) atau lebih muda (*D. beccarii*). Dalam penelitian ini nilai indeks kegelapan dan kemerahan tertinggi diamati pada kapur sehingga wajar apabila disebutkan kisaran warna kapur secara kualitatif adalah merah sampai coklat kelabu meski tidak disebutkan spesies kapur persisnya. Hal ini juga diperkuat dari hasil pengamatan secara visual (Tabel 1). Apabila dibandingkan dengan warna teras kayu lainnya, maka nilai tiga spesies tersebut indeks kecerahannya masih lebih gelap, lebih merah tetapi kurang kuning dibanding kayu jati (Lukmandaru 2011). Dibandingkan teras kayu mangium (Lukmandaru et. al. 2011a), maka nilainya lebih gelap dan kuning, sedangkan indeks kemerahannya masih dalam kisarannya.

F. Kecenderungan pada Gubal dan Teras

Kecenderungan umum bahwa KEET, di gubal akan lebih rendah dibanding dengan teras, sedangkan nilai kadar abu, KAD dan KAP lebih rendah di gubal dibandingkan bagian terasnya. Data tersebut didukung oleh hasil yang sama untuk nilai KEET pada tiga jenis *Shorea* (Yunanta et al. 2014). Nilai KAP dan KAD yang lebih tinggi di gubal dalam penelitian ini ditafsirkan bahwa ekstraktif primer seperti gula akan lebih banyak dibutuhkan dalam sel-sel yang masih hidup. Penelitian kayu jati oleh Weindesen et al. (2003) serta kayu mangium oleh Lukmandaru (2012b) menunjukkan kecenderungan kadar komponen ekstraktif non-polar maupun polar lebih tinggi di bagian teras daripada gubal. Pada kayu mersawa, terlihat kadar abu naik dari gubal ke teras. Hal ini tidak diharapkan karena secara umum kayu gubal yang masih menyerap mineral dari tanah akan mempunyai nilai kadar abu lebih tinggi. Untuk hal yang sama pada keruing dan kapur tidak begitu terlihat jelas kecenderungannya. Variasi ini diduga disebabkan faktor spesies maupun tempat tumbuhnya. Kecenderungan kadar abu ini mirip di kayu *Shorea macroptera* tetapi berlawanan untuk parameter KAD dan KAP (Yunanta et al. 2014). KAD dan KAP yang lebih tinggi di teras juga didapatkan pada kayu *Cedrus libani* (Usta dan Kara 1997) dan *Robinia pseudoacacia* (Adamopoulos et al. 2005). Perlu diperhatikan bahwa nilai kadar abu pada kedua kayu tersebut di gubal dan teras menunjukkan kecenderungan yang berlawanan.

Di bagian teras nilai pH umumnya akan lebih rendah akibat pembentukan senyawa fenolat yang merupakan asam lemah. Hal ini bisa diamati pada kayu jati (Weindesen et al. 2003; Lukmandaru 2012b) atau *Robinia pseudoacacia* (Adamopoulos et al. 2005). Kecenderungan berlawanan sebelumnya telah ditemukan pada kayu mangium (Lukmandaru et al. 2011b). Dalam penelitian ini juga didapatkan nilai pH yang tidak asam di bagian teras. Hal ini diduga nilai pH lebih dipengaruhi faktor lainnya di luar senyawa fenolat dalam ekstrak kayunya.

Penelitian Yunanta et al. (2014) pada tiga jenis *Shorea* juga menunjukkan kayu teras tidak lebih asam dari gubalnya.

Kecenderungan dari gubal ke teras pada komponen dinding sel menunjukkan adanya variasi pada tiga spesies *Shorea* di penelitian sebelumnya (Yunanta et al. 2014). Dalam eksperimen ini kecenderungannya tidak begitu tampak kecuali pada penurunan kadar holoselulosa di kapur yaitu 70,63 ke 65,94 % juga kenaikan kelarutan NaOH 1 % dari 17,07 % ke 20,79 %. Fenomena tersebut ditafsirkan sebagai perubahan gubal ke teras yang lebih berpengaruh pada gula rantai pendek karena data α -selulosa tidak berselisih jauh dalam kayu kapur. Pada spesies lainnya, Usta dan Kara (1997) yang melakukan penelitian pada kayu *Cedrus libani* memperoleh hasil kadar holoselulosa pada kayu gubal lebih tinggi dibandingkan kayu terasnya, sedangkan kadar α -selulosa dan kelarutan NaOH 1 % lebih rendah. Penelitian yang dilakukan Sykes et al. (2008) pada kayu populus menunjukkan kadar lignin memiliki kecenderungan meningkat dari kayu teras ke kayu gubal.

Kayu teras secara umum mempunyai nilai indeks kecerahan yang lebih rendah dan kemerahan lebih tinggi dibanding gubalnya. Meski demikian, selisih nilai kemerahan antara gubal dan teras kayu mersawa relatif kecil (8,98 dan 9,89). Pada kayu mersawa, pengamatan visual juga menunjukkan saat kering antara gubal dan teras tidak tegas perbedaan warnanya (Tabel 1). Pada nilai kekuningan kecenderungannya bervariasi dari gubal ke teras, pada keruing nilainya meningkat (9,32 ke 14,76), tetapi pada mersawa malah menurun (19,91 ke 16,81) sedangkan pada kapur tidak jauh berbeda (17,64 ke 17,68). Naiknya indeks kemerahan dari gubal ke teras juga diamati pada kayu jati (Lukmandaru 2011) dan mangium (Lukmandaru et al. 2011a) sedangkan indeks kekuningan pada kedua spesies kayu tersebut tidak berbeda jauh antara gubal dan terasnya.

IV. KESIMPULAN

Pengukuran dan perbandingan sifat kimia dan warna pada spesies keruing, kapur, dan mersawa telah dilakukan. Nilai tertinggi kadar ekstraktif etanol-toluena kayu gubal pada spesies kapur adalah 4,60 % sedangkan di teras pada mersawa 4,81 %. Nilai tertinggi kelarutan dalam air panas (6,49 %) dan air dingin (6,39 %) di bagian gubal terdapat pada kapur. Nilai rerata kadar lignin terendah didapatkan pada keruing baik di gubal (27,39 %) maupun teras (25,77 %), sedangkan pada kapur dan mersawa nilainya di atas 30 %. Nilai tertinggi kadar holoselulosa (65,94-74,84%) dan α -selulosa (44,23-52,32 %) terdapat pada gubal dan teras kayu keruing. Mersawa mempunyai kadar abu tertinggi baik di gubal (3,64%) maupun teras (4,73 %). Kelarutan dalam NaOH 1 % tertinggi didapatkan pada sampel kapur baik di gubal (17,07 %) maupun terasnya (20,79 %). Nilai pH tertinggi pada gubal (8,02) dan teras (7,96) didapatkan pada mersawa. Sifat warna bagian gubal menunjukkan nilai indeks rerata paling gelap di kayu keruing ($L^*=48,13$), paling merah di kapur ($a^*=10,67$) serta paling kuning di mersawa ($b^*=19,91$). Kecenderungan berbeda terlihat di bagian teras, dimana paling gelap pada keruing ($L^*=40,01$), paling kuning ($b^*=17,68$) dan merah ($a^*=15,52$) pada kapur.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2002). *Annual Book of ASTM Standards*. Section Four Construction Volume 04.10 Wood. Baltimore.
- Adamopoulos, S., Voulgaridis, E., & Passialis, C. (2005). Variation of certain chemical properties within the stemwood of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). *Holz als roh-und Werkstoff* 63, 327-333.
- Budiarso, E. (2003). Pelaburan ujung papan dengan perekat urea formaldehyde dan oli bekas untuk mencegah retak ujung pada pengeringan kayu. *Rimba Kalimantan* 1, 43 – 47.
- Burtin, P., Jay-Allemand C., Charpentier, J.P., & Janin, G. (2000). Modifications of hybrid walnut (*Juglans nigra* 23 x *Juglans regia*) wood colour and phenolic composition under various steaming conditions. *Holzforschung* 54, 33-38.
- Browning, B.L. (1967). *Methods of Wood Chemistry Volume II*. Interscience Publisher, A Division of John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Coto, Z. (2005). Penurunan kadar air keseimbangan dan peningkatan stabilitas dimensi kayu dengan pemanasan dan pengekanan. *Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis* 3, 27-31.
- Darmawan, W., Rahayu, I., Nandika, D., & Marchal, R. (2011). Wear characteristics of wood cutting tools caused by extractive and abrasive materials in some tropical woods. *Journal of Tropical Forest Science* 23, 345-353.
- Dayadi, I., & Widiati, K.Y. (2010). Sifat fisika bahan baku kayu dan gambaran umum industri mebel skala kecil di Samarinda. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XII*, Bandung. 25-36.
- Fengel, D., & Wegener, G. (1995). *Kayu: Kimia, Ultrastuktur, Reaksi-reaksi*. (Terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gierlinger, N., Jacques, D., Grabner, M., Wimmer, R., Schwanninger, M., Rozenberg, P., & Paques, L.E. (2004). Color of larch heartwood and relationships to extractives and brown-rot decay resistance. *Trees* 18, 102–108.
- Hon, D.N.S. & Minemura, N. (2001). Color and Discoloration. Dalam : *Wood and Cellulosic Chemistry*. DNS Hon & N Shiraishi (Ed). Marcel Dekker, New York.
- Lukmandaru, G. (2009). Pengukuran kadar ekstraktif dan sifat warna pada kayu teras jati doreng (*Tectona grandis*). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 3, 67-73
- Lukmandaru, G. (2011). Variability in the natural termite resistance of plantation teak wood and its relations with wood extractive content and color properties. *Indonesian Journal of Forestry Research* 8, 17-31.
- Lukmandaru G. (2012a). Komposisi ekstraktif pada kayu mangium (*Acacia mangium*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 10, 150-158.
- Lukmandaru, G. (2012b). Sifat kelarutan dalam air, keasaman dan kapasitas penyangga pada kayu jati. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIV, Yogyakarta*, 875-882.
- Lukmandaru, G., Sayudha, I.G.N.D., Gustomo, L.S., & Prasetyo, V.E. (2011a). Pengukuran kadar ekstraktif dan sifat warna kayu *Acacia mangium* dari lima provenans. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIII, Bali*, 372-380.
- Lukmandaru, G., Gustomo, L.S., Sayudha, I.G.N.D., & Prasetyo, V.E. (2011b). Studi keasaman dan kapasitas penyangga pada kayu mangium. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIII, Bali*, 388-396
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Kadir, K., & Prawira, S.A. (1989). *Atlas Kayu Indonesia Jilid I*. Pusat Pengembangan dan Penelitian Hasil Hutan.
- Muslich, M., & Sumarni, G. (2006). Keawetan 25 jenis kayu *Dipterocarpaceae* terhadap penggerek kayu di laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24, 1-13.

- Newman, M.F., Burgess, P.F., & Whitmore, T.C. (1999). *Pedoman Identifikasi Pohon-pohon Dipterocarpaceae Pulau Kalimantan*. PROSEA Indonesia. Bogor.
- Rana, R., Heyser, R.L., Finkeldey, R., & Pole, A. (2009). Functional anatomy of five endangered tropical timber wood species of the family dipterocarpaceae. *Trees* 23, 521-529.
- Rink, G., & Phelps, J.E. (1989). Variation in Heartwood and Sapwood Properties among 10-year Old Black Walnut Trees. *Wood and Fiber Science* 21, 177 – 182.
- Rowell, R., Pettersen, R., Han J.S., Rowell J.S., & Tshabalala, M.S. (2005). Cell wall chemistry. Dalam : *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. Rowell R (Ed). CRC Press. Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Sjostrom, E. (1995). *Kimia Kayu Dasar-Dasar dan Penggunaan*. Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Shmulsky, R. & P. D. Jones. 2011. *Forest Product and Wood Science – An Introduction*. 6th Edition. John Wiley & Sons Inc.
- Sykes, R., Kodrzycki, B., Tuskan, G., Foutz, K., & Davis, M. (2008). Within tree variability of lignin composition in Populus. *Wood and Science Technology* 45, 649-661.
- Technical Association for the Pulp and Paper Industries. (1992). *Acid-insoluble in wood and pulp*. TAPPI Test Method T 222 os-74. TAPPI Press. Atlanta.
- Tjondro, J.A., & Pranata, Y.A. (2010). Uji eksperimental dan simulasi numerik metode elemen hingga pola fraktur ragam I kayu Indonesia. *Dinamika Teknik Sipil* 10, 187-196
- Usta, M., & Kara, Z. (1997). The chemical composition of wood and bark of *Cedrus libani* A. Rich. *Holz als Roh-und Werkstoff* 55, 268.
- Windeisen, E., Klassen, A., & Wegener, G. (2003). On the Chemical Characterization of Plantation Teakwood (*Tectona grandis* L.f.) from Panama. *Holz als Roh- und Werkstoff* 61, 416-418.
- Wilkins, A.P., & Stamp, C.M. (1990). Relationship Between Wood Colour, Silvicultural Treatment and Rate Of Growth in *Eucalyptus grandis* Hill (Maiden). *Wood Science and Technology*, 24, 297-304.
- Yazaki, Y., Collins, P.J., & McCombe, B. (1994). Variations in hot water extractives content and density of commercial wood veneers from blackbutt (*Eucalyptus pilularis*). *Holzforschung* 48 (Suppl.), 107-111.
- Yunanta, R.R.K., Lukmandaru, G., & Fernandes, A. (2014). Sifat kimia dari kayu *Shorea retusa*, *Shorea macroptera* dan *Shorea macrophylla*. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa* 8 (1), 15-25.

