

Sifat Permesinan Dua Jenis Kayu Kurang Dimanfaatkan Asal Papua Barat

(Machining Properties of Two Lesser Used Timber from West Papua)

Wahyudi, Muhamad Makrus, Antonius EB Susilo

Fakultas Kehutanan, Universitas Negeri Papua
Jalan Gunung Salju, Amban Manokwari, Papua Barat

Corresponding authors: wahyudi.s.pono@gmail.com (Wahyudi)

Abstract

Machining properties of wood play important roles in wood-working processes and will determine quality of end-wood products. There are several less-used species of wood with superior properties and could be promoted as commercial timber. This research was designed to explore the machining properties of two less-used species from West Papua of, watergum (*Syzygium* sp) and simpur (*Dillenia* sp). Variables used to evaluate the machining properties are planing, sanding, boring, mortising, and turning. A modified-ASTM D 1666-64 was used to investigate this experiment. The results indicated that water gum was classified to the first class of machining properties (very good) having free defects of 83.70%, while simpur belongs to the second class (good) with free defects of 72.55%. These wood species are comparable with matoa and could be used as substituent timber. According to their density, these two wood species were suitable for general construction, housing material and furniture products. Both species are highly being recommended for customer preferences instead of the previously favourable timbers.

Key words: machining properties, less-used species, simpur, water gum

Pendahuluan

Di Papua, dua jenis kayu yang banyak dipanen, diolah, diperdagangkan dan dimanfaatkan, baik pada skala lokal, regional maupun internasional adalah merbau dan matoa. Hal tersebut bertolak belakang dengan potensi kayu komersial Papua yang telah diidentifikasi, dan dimanfaatkan sebanyak 28 jenis, dan jumlah tersebut masih jauh dibawah 600 jenis yang dikenal (Dephut 1999). Jenis-jenis kayu dikelompokkan ke dalam kayu kurang dimanfaatkan, selanjutnya disebut dengan *less-used species*. Pada kenyataannya beberapa kayu tersebut memiliki sifat-sifat teknologi kayu dan karakteristik yang sama atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan kayu

merbau dan matoa serta jenis-jenis lainnya yang mendapat tempat dipasaran (PROSEA 1995).

Sifat pengerjaan kayu adalah sifat yang menunjukkan mudah tidaknya kayu untuk dikerjakan seperti dipotong, diketam, diampelas, dibor dan dibentuk. Pengerjaan sifat kayu tersebut sering dilakukan dengan mesin maka sifat pengerjaan kayu ini sering disebut juga sebagai sifat permesinan kayu (Sahri *et al.* 2002). Sifat permesinan kayu sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat dasar kayu. Kayu memiliki serat lurus (normal) cenderung lebih mudah dikerjakan, dan menghasilkan sortimen kayu yang lebih halus dan baik dibandingkan dengan kayu yang berserat miring dan terpadu

(abnormal). Pengerjaan kayu-kayu jenis keras dan kering akan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kayu lunak dan basah (Osly & Balfas 1987).

Di Papua, meliputi propinsi Papua dan Papua Barat, dua jenis kayu pilihan utama masyarakat untuk konstruksi bangunan, permebelan, dan pemakaian umum lainnya adalah merbau dan matoa. Dewasa ini kebutuhan kedua kayu tersebut di masyarakat sangat tinggi, sebagai akibat proses pembangunan perumahan, perkantoran, dan permintaan beberapa produk kayu lainnya terutama permebelan. Oleh sebab itu, kedepan ketergantungan pada kedua jenis kayu tersebut sudah saatnya dikurangi, dan digantikan dengan jenis-jenis lain yang memiliki sifat-sifat teknis hampir sama.

Pengetahuan tentang jenis kayu, cara pengerjaannya, dan hasil pengerjaan kayu sangat menentukan kualitas suatu produk dari kegiatan pengerjaan kayu (*wood working*). Informasi yang akurat mengenai sifat-sifat dari suatu jenis kayu diperlukan terutama dalam pemilihan bahan baku agar dapat dihasilkan suatu produk yang berkualitas tinggi. Kayu simpur (*Dillenia* sp) dan *water gum* (*Syzygium* sp) merupakan dua jenis kayu yang potensinya cukup banyak di Papua. Informasi mengenai sifat fisika dan pengerjaan kayu dari kedua kayu kurang dikenal tersebut belum tersedia, oleh karena itu dirasa penting dilakukan penelitian mengenai sifat permesinan kedua kayu tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat permesinan kayu simpur dan *water gum*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan atau penggunaan dua jenis kayu tersebut secara tepat.

Bahan dan Metode

Penyiapan bahan dan contoh uji

Kayu *water gum* diambil dari hutan Asai dan kayu simpur dari hutan kali Nuni. Keduanya berlokasi di Kabupaten Manokwari, Papua Barat. Pohon dipilih secara purposif, memiliki pertumbuhan normal dan sehat, serta memiliki diameter 50 cm (*water gum*) dan 67 cm (simpur) dengan bebas cabang lebih dari 6 m. Batang pohon dipotong kedalam beberapa bagian dengan panjang 100 cm untuk mewakili bagian pangkal (B_1), tengah (B_2), dan ujung (B_3). Bagian batang tersebut kemudian dipotong menjadi dua potongan dengan panjang 45 cm sehingga diperoleh enam potongan. Dari enam potongan tersebut, kemudian dikonversi menjadi balok berukuran $(10 \times 12 \times 5) \text{ cm}^3$, dengan memperhatikan keterwakilan kedalaman batang (C_1 bagian luar dan C_2 bagian dalam).

Contoh uji sifat permesinan kayu berukuran menurut standard ASTM D 1666-64 (ASTM 1970) yang telah dimodifikasi, yaitu $(40 \times 10 \times 3,0) \text{ cm}^3$ untuk sifat pengetaman, pengamplasan $(40 \times 9,4 \times 2,3) \text{ cm}^3$, perlubangan persegi dan pengeboran $(40 \times 9,3 \times 2,2) \text{ cm}^3$, sedangkan pembubutan menggunakan contoh uji berukuran $(12 \times 3,0 \times 3,0) \text{ cm}^3$. Contoh uji untuk satu jenis kayu berjumlah 36 yang terdiri atas ketinggian batang (pangkal, tengah, ujung), kedalaman batang (bagian dalam dan bagian luar), dua contoh uji dipergunakan untuk pengujian lima variabel sifat permesinan kayu (contoh uji pertama digunakan untuk pengerjaan sifat pengetaman, pengamplasan, perlubangan persegi dan pemboran, sedangkan contoh uji kedua digunakan untuk pengerjaan sifat pembubutan), dan jumlah ulangan tiga kali.

Variabel pengamatan

Kualitas permesinan kayu ditentukan dengan mengamati cacat-cacat pengerjaan kayu secara visual pada keempat sisi bidang datar sempel uji dengan bantuan kaca pembesar (*loupe*) 10x. Cacat pengerjaan kayu dirata-ratakan, dan dinyatakan dalam persen terhadap yang permukaan bebas cacat. Kualitas dari hasil pengujian sifat permesinan kayu ditentukan berdasarkan standard ASTM D 1666-64 yang telah dimodifikasi (Abdurachman & Karnasudirdja 1982), seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi sifat permesinan kayu berdasarkan ASTM-D 1666-64 dimodifikasi

Kelas	Nilai bebas cacat (%)	Sifat permesinan
I	81 - 100	Sangat baik
II	61 - 80	Baik
III	41 - 60	Sedang
IV	21 - 40	Jelek
V	0 - 20	Sangat jelek

Cacat pengerjaan kayu yang diamati dalam pengujian sifat permesinan kayu mengacu kepada ASTM-D 1666-64 yang telah dimodifikasi diringkas pada Tabel 2. Variabel yang diamati dalam pengujian sifat permesinan kayu meliputi

Tabel 2 Bentuk-bentuk cacat yang diambil pada setiap sifat permesinan kayu

Bentuk cacat	Sifat permesinan kayu				
	Pengetaman	Pengeboran	Perlubangan	Pembubutan	Pengampelasan
Serat					
Terangkat	+	-	-	-	-
Serat berbulu	+	+	-	+	+
Serat patah	+	-	-	+	-
Penghancuran	-	+	+	-	-
Tanda chip	+	-	-	-	-
Kelicinan	-	+	+	-	-
Penyobekan	-	+	+	-	-
Bekas garuk	-	-	-	-	+
Kekasaran	-	-	-	+	-

pengetaman, pemboran, pembubutan, pengampelasan, dan pelubangan persegi. Variabel penunjang yaitu kadar air dan kerapatan.

Pengukuran kadar air

Kadar air yang diukur adalah kadar air kayu segar dan kering udara. Contoh uji kadar air berukuran (3,3x3x2,8) cm³, dan menggunakan 18 contoh uji kadar air.

$$Ka(\%) = \frac{Ws - Wo}{Wo} \times 100$$

Dimana:

Ka = Kadar air (%)

Ws = Berat segar (g)

Wo = Berat kering tanur (g)

Pengukuran kerapatan kayu

Kerapatan kayu (g cm⁻³) adalah berat masa kayu per volume kayu pada kadar air tertentu. Berat kayu yang digunakan sebagai pembilang adalah masa kayu pada kondisi kering tanur.

Pengujian sifat permesinan kayu

Pengetaman

Pengujian sifat pengetaman dilakukan pada contoh uji berkadar air (12-20%). Pengasahan pisau ketam dilakukan untuk mengontrol ketajaman setelah penyayatan enam contoh uji.

Pengetaman dilakukan dengan tebal sayatan antara 2-4 mm sebanyak lima kali. Pengamatan cacat dilakukan dengan bantuan kaca pembesar dengan pembesaran 10x. Penandaan dilakukan pada tempat terjadinya cacat, dan cacat yang sama ditandai dengan pensil warna yang sama. Setiap jenis cacat dihitung luasnya dengan milimeter blok transparan, kemudian dijumlahkan dan dihitung persentase cacat terhadap luasan bebas cacat

Pengampelasan

Pengujian pengampelasan dilakukan dengan menggunakan amplas kayu No. 0 (120). Pengampelasan dilakukan dengan cara manual sampai menghasilkan permukaan contoh uji yang halus dan merata. Penentuan persentase cacat dilakukan sesuai dengan perhitungan persentasi uji pengetaman.

Pengeboran

Pengujian pengeboran dilakukan dengan membuat tiga lubang bor dengan berdiameter 10 mm, dengan jarak setiap 9 cm dari tepi ke ujung. Untuk menghindari terjadinya serpih, pengeboran dilakukan hingga menembus permukaan bawah contoh uji. Laju pengeboran diusahakan cukup lambat. Cacat-cacat yang terjadi selama pengeboran dihitung menurut jenis dan ditentukan persentasenya.

Perlubangan persegi

Setelah selesai pengeboran, contoh uji yang sama dipergunakan untuk menguji sifat perlubangan persegi. Pengujian dilakukan dengan membuat dua lubang persegi diantara lubang bor yang telah ada, sampai menembus permukaan bawah sampel. Diameter lubang persegi

adalah 2,5 cm, dikerjakan menggunakan pahat berukuran 0,7 dan 2 cm. Cacat yang terjadi ditentukan jenisnya, dijumlahkan dan ditentukan persentasenya.

Pembubutan

Contoh uji pembubutan memiliki ukuran (12x3x3) cm³, telah diberi nomor dan kode pada kedua ujungnya. Contoh uji tersebut kemudian dikering angin dalam ruangan dengan berventilasi. Pembubutan dilakukan sedemikian rupa sehingga menghasilkan diameter contoh uji 3 cm. Contoh uji yang telah dibubut kemudian diamati cacat-cacat yang terjadi pada dan dihitung persentasenya berdasarkan kepada bagian yang bebas cacat.

Analisis data

Data hasil penelitian sifat fisik dan permesinan kayu *water gum* dan simpur dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Kadar air dan kerapatankayu

Rata-rata kadar air dan kerapatan kayu *water gum* dan simpur kondisi segar dan kering udara disajikan pada Tabel 3. Rata-rata kadar air segar (98,48%) dan kering udara (15,53%) kayu *water gum* lebih kecil dibandingkan dengan kadar air kayu simpur, yaitu 164,24 dan 16,25% untuk kondisi segar dan kering udara. Berdasarkan kedalaman batang, bagian luar dari kedua kayu tersebut memiliki kadar air yang lebih besar. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa rata-rata kadar air kering udara kayu *water gum* dan simpur yaitu 15,53 dan 16,25%. Nilai kadar air tersebut berada dalam kisaran umum dari kondisi kadar air kering udara kayu di Indonesia.

Tabel 3 Kadar air dan kerapatan dua jenis kayu kurang dimanfaatkan asal Papua Barat

Jenis kayu	Kedalaman batang	Kadar air (%)		Kerapatan (gr cm ⁻³)	
		Segar	Kering udara	Segar	Kering udara
<i>Water gum</i>	Bagian luar	102,08	15,56	0,69	0,72
	Bagian dalam	94,90	15,50	0,69	0,74
	Rata-rata	98,49	15,53	0,69	0,73
Simpur	Bagian luar	166,98	16,55	0,64	0,72
	Bagian dalam	162,70	15,95	0,65	0,73
	Rata-rata	164,84	16,25	0,65	0,73

Kerapatan kedua jenis kayu kurang dikenal tersebut pada kondisi segar dapat dikatakan hampir seragam, yaitu 0,69 g cm⁻³ (*water gum*) dan 0,64 g cm⁻³ (simpur). Demikian juga kerapatan pada kondisi kering udara, yaitu 0,73 g cm⁻³ (*water gum*) dan 0,73 g cm⁻³ (simpur). Nilai kerapatan kedua tersebut, lebih besar atau lebih baik dibandingkan dengan kayu kuning (*Nauclea orientalis* L), berkisar 0,31-0,34 g cm⁻³ pada kayu gubal dan teras (Santoso 1996). Kayu kuning atau lebih dikenal sebagai kayu perahu, termasuk satu dari sekian jenis kayu kurang diperdagangkan di Papua. Kayu perahu oleh masyarakat lokal dimanfaatkan untuk membuat perahu motor tradisional (*long boat*), karena memiliki kenampakan alami yang indah, sebagian masyarakat memanfaatkan untuk bahan baku mebel dan kerajinan kayu, seperti alat dayung (Santoso 1996).

Sifat permesinan kayu

Ringkasan hasil perhitungan persentase nilai bebas cacat dan kualitas permesinan kayu *water gum* dan simpur asal Papua Barat disajikan pada Tabel 4. Seperti terlihat pada Tabel 4, secara keseluruhan, kayu *water gum* memiliki kualitas permesinan kayu kelas I (sangat baik) dengan persentase bebas cacat sebesar 83,70%, sedangkan kayu simpur memiliki kualitas permesinan kayu

kategori kelas II (baik) dengan persentase bebas cacat 72,55%.

Cacat-cacat pengerjaan kayu

Pengetaman kayu

Serat terangkat merupakan cacat dominan pada kayu *water gum* setelah proses pengetaman dengan persentase cacat sebesar 23,41%, sedangkan serat berbulu merupakan cacat dominan pada kayu simpur, dengan persentase cacat sebesar 17,87%. Cacat berupa tanda *chip* dan serat patah ditemukan dalam kategori ringan atau rendah.

Rendahnya persentase cacat-cacat tersebut kemungkinan karena dipengaruhi oleh pengontrolan ketajaman alat pisau ketam dan ketelitian pengetaman. Batang luar kayu *water gum* dan simpur memiliki persentase bebas cacat lebih rendah dibandingkan dengan bagian dalam batang, atau kayu bagian luar menghasilkan kualitas pengetaman lebih baik dibandingkan dengan kayu bagian dalam. Perbedaan kualitas pengetaman tersebut diduga karena perbedaan kerapatan atau berat jenis kayu. Sahri *et al.* (2002) menyatakan kualitas sifat pengetaman ditentukan kerapatan dinding sel dan kandungan unsur kimia kayu, dimana semakin tinggi kerapatan dinding sel dan kandungan unsur kimia, maka semakin kecil persentase cacatnya.

Tabel 4 Persentase nilai bebas cacat dan kualitas permesinan kayu *water gum* dan simpur asal Papua Barat

Sifat permesinan	Kedalaman batang	Kayu <i>water gum</i>		Kayu simpur	
		Bebas cacat (%)	Kualitas	Bebas cacat (%)	Kualitas
Pengetaman	Batang luar	62,43	(II)	71,38	(II)
	Batang dalam	56,60	(III)	70,12	(II)
	Rata-rata	59,52	(III)	70,75	(II)
Pengamplasan	Batang luar	90,54	(I)	87,14	(I)
	Batang dalam	90,01	(I)	82,45	(I)
	Rata-rata	90,28	(I)	84,79	(I)
Pemboran	Batang luar	98,94	(I)	65,77	(II)
	Batang dalam	99,48	(I)	98,42	(I)
	Rata-rata	99,21	(I)	82,09	(I)
Perlubangan persegi	Batang luar	92,03	(I)	79,01	(II)
	Batang dalam	95,25	(I)	74,51	(II)
	Rata-rata	93,64	(I)	76,76	(II)
Pembubutan	Batang luar	75,78	(II)	47,75	(II)
	Batang dalam	75,94	(II)	49,38	(III)
	Rata-rata	75,86	(II)	48,38	(II)
	Total rata-rata	83,70	(I)	72,55	(II)

Pengamplasan (sanding)

Serat berbulu merupakan cacat dominan pada sifat pengamplasan dari kedua kayu tersebut, 9,26% pada kayu *water gum*, dan 14,29% untuk kayu simpur. Serat berbulu adalah bentuk cacat dominan dan umum dalam pengamplasan kayu. Cacat ini tergolong ringan dan akan tertutupi apabila kayu tersebut diberi perlakuan pengerjaan akhir, pemberian vernish, cat, ataupun perlakuan lainnya (Santoso 1996), sedangkan cacat bekas garukan relatif kecil (<1%) baik pada kayu *water gum* maupun simpur. Penggunaan mesin amplas untuk sifat pengamplasan menghasilkan daya getar (gaya gesek) yang seirama, sehingga cacat bekas garuk relatif kecil. Kayu bagian luar menghasilkan kualitas pengamplasan lebih baik dibandingkan dengan bagian dalam.

Pengeboran (boring)

Berbulu halus merupakan cacat dominan pada pengeboran kayu *water gum*, sebesar 0,43%, sedangkan cacat serat

berbulu kayu simpur adalah 0,81%. Pengalaman operator diduga berpengaruh terhadap terjadinya cacat bulu tersebut. Lerch (1995) mengemukakan bahwa mengebor lubang dengan kedalaman lebih dari 2,5 cm mesti dilakukan berkali-kali, bukan sekali. Hal tersebut menyebabkan mata bor menjadi panas, dan menghasilkan serat bulu. Mata bor hendaknya dimasukkan dua atau beberapa kali. Hal tersebut dapat membersihkan serbuk pada lubang dan diperoleh hasil yang baik.

Serat berbulu merupakan bentuk cacat yang dominan pada sifat pengeboran kedua jenis kayu, sedangkan dua cacat lainnya, yaitu penghancuran dan kelicinan tidak terjadi. Rachman dan Ruliaty (1990) menyatakan bahwa cacat penghancuran dan kelicinan pada sifat pengeboran kayu umumnya tidak terjadi. Secara umum, sifat pengeboran bagian dalam kayu *water gum* dan simpur lebih baik dibandingkan dengan bagian luarnya.

Perlubangan persegi (mortising)

Penyobekan merupakan bentuk cacat dominan pada proses perlubangan persegi, dan kayu simpur memiliki cacat sobek 2,7 kali lebih besar dibandingkan dengan kayu *water gum*, tetapi secara umum cacat pada kedua kayu tersebut akibat perlubangan persegi sangat rendah. Penyobekan merupakan cacat dominan dan sulit dihindari dalam perlubangan persegi. Cacat penghancuran pada kedua jenis kayu ini relatif kecil dan ini diduga karena adanya perlakuan pengontrolan ketajaman pisau pahat pada mesin ketam (pisau diasah setiap digunakan untuk 18 contoh uji) dan ketelitian melakukan pengujian (proses perlubangan dilakukan oleh tukang pengerjaan kayu). Rachman dan Balfas (1987) menyatakan bahwa sifat perlubangan persegi akan memiliki persentase bentuk cacat penghancuran yang besar terjadi pada kayu kelas ringan daripada permesinan kayu kelas berat.

Pembubutan (turning)

Kayu simpur menghasilkan cacat kekasaran dua kali lebih besar dibandingkan dengan kayu *water gum*, yaitu 28,51% berbanding dengan 13,89%. Rachman dan Balfas (1987) mengemukakan bahwa pengujian sifat pembubutan umumnya menghasilkan persentase bentuk cacat kekasaran yang dominan, dibandingkan dengan serat patah. Hal ini diduga karena mesin bubut lama beroperasi dan karet vanbelt penghubung putus, digantikan bahan karet bukan standar, serta ketersediaan pisau bubut terbatas. Kayu bagian dalam memiliki persentase bebas cacat pada lebih besar dibandingkan dengan bagian luar. Hal ini diduga karena adanya perbedaan frekuensi kehadiran pori yaitu diameter dan tinggi pori untuk setiap bagian kedalaman batang tersebut.

Kesesuaian pemakaian kayu

Hasil pengujian sifat-sifat permesinan kayu, menunjukkan bahwa kayu *water gum* memiliki kualitas permesinan yang sangat baik (kelas I), dan baik (kelas II) untuk kayu simpur. Kedua jenis kayu tersebut memiliki kerapatan yang relatif sama ($0,73 \text{ g cm}^{-3}$) pada kondisi kering udara, memiliki kerapatan sedang, seperti halnya kayu matoa (*Pometia* sp). Kedua kayu tersebut memiliki corak alami yang cukup menarik, yaitu bergaris hitam dengan warna dominan putih kecoklatan.

Dengan mempertimbangkan karakteristik alami, kualitas sifat permesinan kayu, kerapatan, dan rendahnya cacat-cacat permesinan kayu, maka kedua kayu tersebut dapat direkomendasikan sebagai kayu alternatif untuk pemakaian konstruksi umum dalam ruangan, dinding rumah, daun pintu, jendela, *flooring*, dan bahan baku utama pada perabotan kayu untuk bangku sekolah, rumah tangga, dan perkantoran.

Kesimpulan

Kadar air segar dan kering udara kayu simpur lebih tinggi dibandingkan dengan kayu *water gum* tetapi keduanya memiliki kerapatan kayu sama pada kondisi kering udara. Kayu *water gum* memiliki sifat permesinan kelas I (sangat baik) dan simpur kelas II (baik). Serat terangkat adalah cacat dominan kayu *water gum* pada uji pengetaman, sedangkan serat berbulu dominan pada uji pengamplasan kayu simpur. Kedua jenis kayu memiliki sifat pengeboran sangat baik (kelas I), tanpa cacat penghancuran dan kelicinan. Penyobekan adalah cacat dominan pada perlubangan persegi, baik pada kayu *water gum* maupun simpur. Kedua kayu tersebut dapat dijadikan alternatif bahan baku

konstruksi ringan dalam ruangan, permebelan, dan perumahan.

Daftar Pustaka

- [ASTM] American Standard Testing Material. 1970. *Standard Method of Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Based Materials* ASTM D 1666-64. Philadelphia: ASTM.
- [Dephut] Departemen Kehutanan. 1976. *Mengenal Jenis Kayu Irian Jaya*. Jilid I. Jakarta: Direktorat Jenderal Kehutanan.
- Lerch E. 1995. *Pengerjaan Kayu Secara Masinal*. Cetakan ke-IV. Yogyakarta: Kanisius.
- [PROSEA] Plant Resources of South-East Asia. 1995. *Timber Trees: Minor Commercial Timber* No 5 (2). Lemmens RHMJ, Soerianegara I, Wong WC, editors. Bogor: PROSEA.
- Rahman O, Balfas J. 1987. Sifat permesinan jenis kayu Jawa Barat. *J Penelitian Hasil Hutan* 4(1):54-64.
- Rahman O, Rulliaty S. 1990. Sifat permesinan 10 jenis kayu daerah Nusa Tenggara Barat. *J Penelitian Hasil Hutan* 7(4):121-129.
- Sahri MH, Seng WT, Bokhari S. 2002. Machining Properties of Stressed and Non-Stressed Wood of *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis* and *Havea braziliensis*. In: Dwianto W, Editor. *Proceeding of the Fourth International Wood Science Symposium*. Serpong, 2-5 September 2002. JSPS-LIPI Core University Program. Pp120-125.
- Santoso BR. 1996. Pengujian Sifat Fisika dan Sifat Permesinan Kayu Kuning (*Naucleaorientalis* L) [Skripsi]. Manokwari: Fakultas Pertanian Universitas Cenderawasih.

Riwayat naskah (*article history*)

Naskah masuk (*received*): 16 September 2013
Diterima (*accepted*): 28 November 2013