

ANALISIS HASIL PENGUJIAN KAYU YANG DISERANG PENGGEREK KAYU DI LAUT DENGAN INTERPRETASI GAMBAR DIGITAL (*Digital Image Interpretation on The Marine Borer Attacked Wood Samples*)

Krisdianto¹, Listya Mustika Dewi¹ & Mohammad Muslich¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu . 5, Bogor. 16610. Telp. (0251)-8633378, Fax. (0251)-8633413

Diterima 23 September 2014, Disetujui 12 Februari 2015

ABSTRACT

Natural durability is determined through the tests of wood against wood attacking organisms. Natural durability of wood against marine borer was tested by exposing wood into the open sea water for six months. Damage intensity can be measured on the basis of digital image using Image-J software. This paper studies natural durability of nine wood species from Sumatera, Java and Kalimantan against marine borer. Results show that sempur lilin (*Dillenia obovata* Hoogl.), bambang lanang (*Michelia champaca* L.var. *pubinervia*) and kayu bawang (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs) were classified into class durability I (very resistant), while cangcaratan (*Lithocarpus sundaicus* (Blume) Rehd. and aveangkelalai (*Shorea pervistipulata* ssp. *albifolia*) were classified into class durability II (resistant) against marine borer. Ki pasang (*Prunus javanica* Miq.) and segelam (*Hopea rudiformis*) were grouped into class durability III (moderately resistant), while ki bugang (*Arthophyllum diversifolium* Blume) and ki langir (*Otophora spectabilis* Blume) fall into class durability V (perishable). Damage intensity could be measured accurately using Image-J software. However, this method obtained higher damage percentage since the ex-rope hole was included in the measurement. Accordingly, the image method should be modified by excluding the ex-rope image to achieve high accuracy measurement.

Keywords: Natural durability, marine borer, digital image, nine wood species, class durability

ABSTRAK

Keawetan kayu alami dinilai berdasarkan ketahanannya terhadap organisme perusak tertentu. Pengujian ketahanan alami kayu terhadap organisme perusak di laut dilakukan dengan membenamkan contoh kayu di perairan laut terbuka. Setelah enam bulan, kayu dinilai intensitas kerusakannya dan diklasifikasikan kelas ketahanannya terhadap serangan penggerek di laut. Penilaian kerusakan kayu dilakukan dengan interpretasi gambar digital. Tulisan ini mempelajari ketahanan alami sembilan jenis kayu dari Sumatera, Jawa dan Kalimantan terhadap organisme penggerek laut dengan perangkat lunak Image-J setelah enam bulan. Hasil pengujian kayu di perairan terbuka menunjukkan kayu sempur lilin (*Dillenia obovata* Hoogl.), kayu bambang lanang (*Michelia champaca* L.var. *pubinervia*) dan kayu bawang (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs) termasuk kelas ketahanan I (sangat tahan), sedangkan kayu cangcaratan (*Lithocarpus sundaicus* (Blume) Rehd., aveang kelalai (*Shorea pervistipulata* ssp. *albifolia*) termasuk kelas ketahanan II (tahan) terhadap penggerek kayu di laut. Kayu ki pasang (*Prunus javanica* Miq.) dan segelam (*Hopea rudiformis*) termasuk kelas ketahanan III (agak tahan) terhadap penggerek kayu di laut, sedangkan kayu ki bugang (*Arthophyllum diversifolium* Blume) dan ki langir (*Otophora spectabilis* Blume) termasuk kelas ketahanan V (sangat tidak tahan) terhadap penggerek kayu di laut. Pengukuran persentase kerusakan kayu dapat dilakukan dengan akurasi tinggi menggunakan metode gambar digital daripada cara konvensional. Pengukuran persentase kerusakan kayu dengan gambar digital menghasilkan nilai lebih tinggi karena bekas lubang tali. Namun, bekas lubang tali juga diperhitungkan sebagai kerusakan kayu. Untuk memperoleh pengukuran kerusakan yang tinggi, maka metode gambar

digital dimodifikasi dengan menutup bagian lubang bekas tali dengan kesan yang sama dengan bagian disekitarnya.

Kata kunci: Ketahanan alami, penggerek laut, gambar digital, sembilan jenis kayu, kelas ketahanan

I. PENDAHULUAN

Keawetan alami suatu jenis kayu ditentukan berdasarkan daya tahannya terhadap serangan organisme perusak, seperti jamur, serangga dan penggerek kayu di laut. Sifat keawetan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kandungan zat ekstraktif, umur pohon, bagian kayu dalam batang, kecepatan tumbuh, tempat tumbuh dan jenis organisme perusak serta tempat kayu tersebut akan digunakan (Martawijaya, 1996). Sebagai contoh, kayu yang digunakan untuk mebel di dalam ruangan, hanya perlu diuji ketahanannya terhadap kumbang bubuk kayu dan rayap kayu kering, sedangkan untuk kayu yang akan digunakan sebagai bahan bangunan yang bersentuhan dengan tanah, maka perlu dilakukan pengujian ketahanannya terhadap rayap tanah.

Untuk penggunaan kayu di daerah pantai dan berhubungan dengan air laut, ketahanan alami kayunya perlu diuji terhadap penggerek laut (Muslich dan Rulliaty, 2013). Penggunaan kayu di lingkungan tersebut meliputi penggunaan kayu untuk kapal dan bangunan kapal, dermaga dan rambu lalu lintas kapal. Penggunaan kayu di ekosistem perairan laut membuka kemungkinan serangan oleh penggerek laut. Beberapa

penggerek laut yang menyerang kayu adalah *Martesia striata* dari famili Pholadidae, *Teredo bartchi*, *Diclyatifer manni*, dan *Bankia cieba* dari famili Teredinidae (Muslich dan Rulliaty, 2013).

Pengujian ketahanan terhadap penggerek laut saat ini dilakukan berdasarkan metode yang telah dikembangkan oleh Muslich dan Sumarni (2005, 2006, 2008). Pengujian dilakukan dengan mengikat contoh uji kayu satu sama lain dalam satu rangkaian dengan tali plastik dan ditanamkan dalam air laut. Agar mendekati kondisi yang sebenarnya, tempat pengujian dilakukan di ekosistem pantai dan laut yang telah diketahui kondisi ekosistem biofisiknya. Saat ini, pengujian ketahanan terhadap penggerek laut dilakukan di ekosistem pantai Pulau Rambut di Kabupaten Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta. Rangkaian contoh uji ditambahkan pada dermaga kapal di Pulau Rambut dengan posisi contoh uji horizontal seperti yang dilakukan oleh Muslich dan Sumarni (1987).

Pengujian dilakukan selama 6 bulan dan serangan dinilai dengan cara membelah contoh uji kayu menjadi dua bagian sama tebal. Intensitas serangan diamati secara visual berdasarkan penilaian yang telah ditetapkan pada SNI 01-7207-2014 (BSN, 2014) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi ketahanan kayu terhadap penggerek kayu di laut
Table 1. Wood resistance classification against marine borers

Kelas (Class)	Intensitas serangan (%, Attack intensity)	Ketahanan (Resistance)
I	< 7	Sangat tahan (<i>Very durable</i>)
II	7 – 27	Tahan (<i>Durable</i>)
III	27,1 – 55	Agak tahan (<i>Moderately durable</i>)
IV	55,1 – 80	Tidak tahan (<i>Not durable</i>)
V	>80	Sangat tidak tahan (<i>Perishable</i>)

Sumber (Source): BSN (2014)

Pengamatan visual dilakukan dengan mengamati kerusakan secara langsung terhadap kayu setelah pengujian di laut. Berdasarkan persentase kerusakan diklasifikasikan ke kelas ketahanan yang telah ditetapkan seperti disajikan pada Tabel 1. Angka persentase kerusakan yang ditampilkan untuk menentukan kelas awet merupakan angka yang spesifik, yaitu 7%, 27%, 55% dan 80%. Batasan di atas menunjukkan bahwa penilaian persentase kerusakan kayu memerlukan akurasi yang tinggi. Penilaian kerusakan kayu saat ini dilakukan dengan memetakan kerusakan kayu secara visual pada kertas milimeter blok dan dihitung luasan lubang kerusakannya. Ketelitian perhitungan kerusakan sangat bergantung pada keterampilan dan pengalaman dalam menentukan persentase kerusakannya. Perbedaan pengamat dalam menghitung persentase kerusakan akan menyebabkan perbedaan penilaian kerusakan kayunya.

Salah satu cara penentuan persentase kerusakan kayu adalah dengan interpretasi perbedaan warna pada foto contoh kayu dengan perangkat lunak (Mekhtiev dan Torgovnikov, 2009, Sugiyanto, 2011). Interpretasi foto dilakukan dengan menghitung persentase luasan kerusakan kayu berupa lubang gerak yang

memiliki warna berbeda. Seperti halnya dalam Mekhtiev dan Torgovnikov (2009) yang melakukan interpretasi foto dengan menghitung persentase perbedaan warna dalam foto kayu yang sudah diserang organisme perusak dengan perangkat lunak Image-J (Mekhtiev dan Torgovnikov, 2009). Tulisan ini mempelajari hasil analisa persentase kerusakan kayu akibat penggerek di laut dengan interpretasi foto menggunakan Image-J. Kerusakan kayu dinyatakan dalam persen luasan contoh uji setelah kayu direndam selama 6 bulan di laut. Identifikasi jenis penggerek di laut dilakukan dengan cara mengamati struktur cangkuk dan bentuk palet serta bekas lubang gerak pada kayu. Identifikasi jenis penggerek dilakukan sesuai dengan klasifikasi yang disusun oleh Turner (1966, 1971).

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

Sembilan jenis kayu dari Sumatera, Jawa dan Kalimantan dikumpulkan untuk diuji ketahanannya terhadap penggerek di laut. Pengujian dilakukan di Pulau Rambut, Kepulauan Seribu. Kesembilan jenis kayu tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sembilan jenis kayu dari Sumatera, Jawa dan Kalimantan
Table 1. Nine wood species originated from Sumatera, Java and Kalimantan

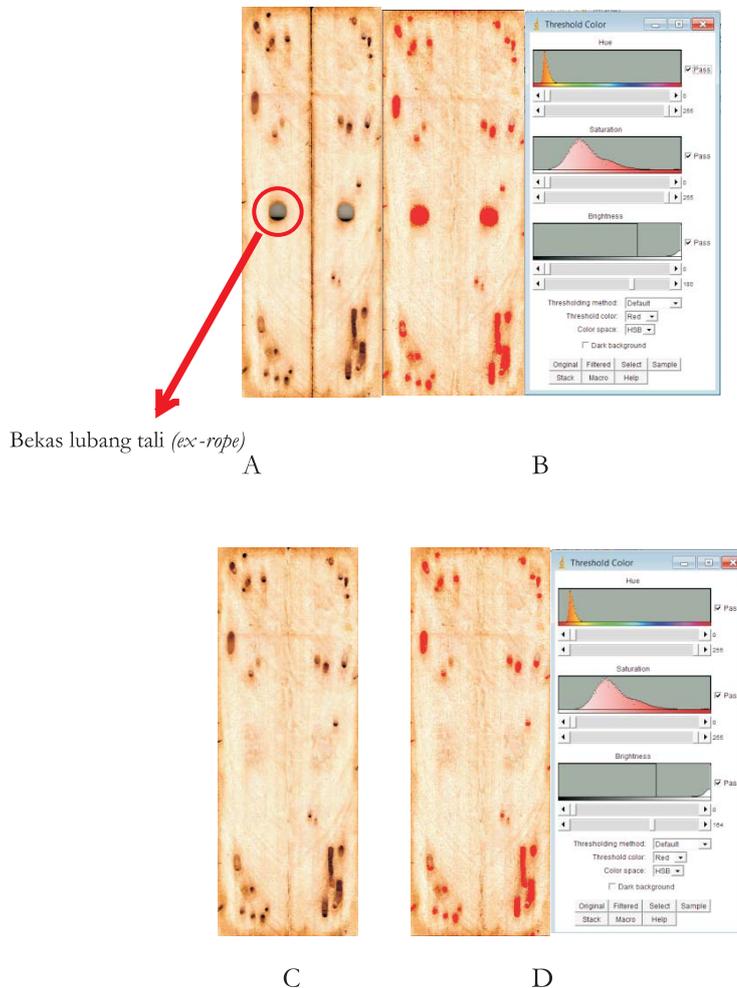
No.	No koleksi (Collection number)	Jenis kayu (Wood species)	Nama daerah (Local name)	Tempat asal (Place of origin)
1.	34385	<i>Arthophyllum diversifolium</i> Blume	Ki bugang	Jawa
2.	34386	<i>Dillenia obovata</i> Hoogl.	Sempur lilin	Jawa
3.	34387	<i>Lithocarpus sundaicus</i> (Blume) Rehd.	Cangcaratan	Jawa
4.	34388	<i>Prunus javanica</i> Miq.	Ki pasang	Jawa
5.	34389	<i>Otophora spectabilis</i> Blume	Ki langir	Jawa
6.	34390	<i>Hopea rudiformis</i>	Segelam	Kalimantan
7.	34391	<i>Shorea parvistipulata</i> ssp. <i>albifolia</i>	Aveangkelalai	Kalimantan
8.	34392	<i>Michelia champaca</i> L. var. <i>pubinervia</i>	Bambang lanang	Sumatera
9.	34393	<i>Azadirachta excelsa</i> (Jack) Jacobs	Kayu bawang	Sumatera

B. Metode

Dari kesembilan jenis kayu tersebut, sembilan puluh contoh uji dengan ukuran 30 cm x 5 cm x 2,5 cm dirangkai dengan tali plastik dan direndam di perairan Pulau Rambut. Setelah enam bulan, contoh uji diambil dari laut dan dikeringkan sebelum dibelah untuk analisa kerusakan (Muslich dan Sumarni, 2005, 2006, 2008; Muslich and Rulliaty, 2011). Dalam kondisi terbelah, contoh kayu dihitung persen kerusakannya dengan cara konvensional dan interpretasi foto digital dengan menghitung luasan lubang kerusakan dengan kertas millimeter dan dipindai dengan *digital scanner* untuk analisa dengan interpretasi foto.

Secara konvensional, luasan lubang gerek dihitung luasannya dengan menggambar pada

plastik transparan dan dihitung luasan kerusakannya dengan kertas millimeter. Untuk interpretasi foto, hasil scan digital kayu dianalisa kerusakannya berdasarkan perbedaan warna. Untuk interpretasi foto digital, karena adanya lubang bekas tali di tengah contoh uji untuk merangkai kayu, maka perhitungan persentase kerusakan dilakukan dengan dua cara: pertama memperhitungkan total lubang kerusakan yang terjadi pada permukaan contoh uji termasuk lubang bekas tali (Gambar 1A dan 1B), sedangkan cara kedua dengan merekayasa gambar asli sehingga bekas lubang tali tertutup (Gambar 1C, dan 1D). Persentase lubang dalam satu contoh uji dihitung berdasarkan total luasan lubang gerek dengan perangkat lunak Image-J.



Gambar 1. Interpretasi gambar digital kayu bawang dengan bekas lubang tali (A dan B) dan penghilangan bekas lubang tali (C dan D)

Figure 1. Digital image interpretation of bawang wood with ex-rope hole included (A and B) and without ex-rope hole (C and D)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil interpretasi gambar digital kerusakan contoh uji akibat penggerek di laut disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa kelas ketahanan kayu yang diukur dengan metode konvensional dan interpretasi digital sama. Perhitungan persentase kerusakan secara konvensional memiliki satu angka desimal yang merupakan nilai rata-rata dari sepuluh kali ulangan, sedangkan hasil pengukuran dengan interpretasi digital menunjukkan dua angka desimal. Hal ini menunjukkan bahwa nilai pengukuran dengan interpretasi gambar digital lebih akurat dari metode konvensional. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk mengukur persentase secara konvensional lebih lama dari pengukuran gambar digital, karena pada metode konvensional, operator memerlukan ketelitian dan keahlian dalam menghitung luasan lubang kerusakan, sedangkan pengukuran dengan gambar digital, akurasi dan ketelitian relatif tinggi karena pengukuran dilakukan oleh perangkat lunak. Lebih tingginya akurasi dan ketelitian perangkat lunak ini sejalan dengan pernyataan Illic (2004) dalam Mekhtiev dan Torgovnikov (2004) yang menyebutkan bahwa dalam pengukuran parameter kerusakan kayu

sebisa mungkin dilakukan dengan perangkat lunak agar akurasi dan ketelitiannya tinggi. Dalam hal ini, Illic (2004) dalam Mekhtiev dan Torgovnikov (2004) menyarankan dalam pengukuran kerusakan kayu sebaiknya mengurangi campur tangan manusia secara konvensional.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa rata-rata persentase kerusakan kayu dengan interpretasi digital lebih tinggi dari konvensional, namun kelas ketahanan terhadap penggerek di laut tidak berbeda. Kayu sempur lilin, bambang lanang, dan kayu bawang termasuk kelas ketahanan I, sedangkan kayu cangcaratan dan aveangkelalai termasuk kelas ketahanan II. Kayu kipasang dan segelam termasuk kelas ketahanan III, sedangkan kayu kibugang dan kilangir termasuk kelas ketahanan V terhadap penggerek laut.

Dalam Tabel 2 juga ditunjukkan bahwa persentase kerusakan kayu secara digital dengan menyertakan bekas lubang tali, lebih besar dari pengukuran tanpa menyertakan bekas lubang tali. Pada pengukuran kerusakan kayu dengan lubang tali, bekas lubang dipindai sebagai kerusakan akibat penggerek kayu. Lubang ini memiliki persentase luasan 1,64 - 1,9% dengan rata-rata 1,83% dari seluruh luasan yang diinterpretasikan.

Tabel 2. Intensitas kerusakan dan kelas ketahanan terhadap penggerek laut sembilan jenis kayu
Table 2. Damage intensity and class durability against marine borer of nine wood species

No.	Nama daerah (Local name)	Metode konvensional (Conventional method)		Metode interpretasi digital (Digital interpretation method)			
		Rata-rata kerusakan (Destruction average)	Kelas ketahanan (Durability class)	Dengan bekas tali (with ex-rope)		Tanpa bekas tali (without ex-rope)	
				Rata-rata kerusakan (Destruction average)	Kelas ketahanan (Durability class)	Rata-rata kerusakan (Destruction average)	Kelas ketahanan (Durability class)
1.	Ki bugang	89,2 ± 1,93	V	91,61 ± 0,87	V	89,79 ± 0,90	V
2.	Sempurlilin	3,1 ± 0,57	I	3,72 ± 0,11	I	1,90 ± 0,14	I
3.	Cangcaratan	18,1 ± 1,79	II	19,36 ± 3,79	II	17,50 ± 3,78	II
4.	Ki pasang	36,9 ± 1,59	III	38,39 ± 11,34	III	36,55 ± 11,37	III
5.	Ki langir	88,9 ± 0,99	V	90,11 ± 10,39	V	88,27 ± 10,40	V
6.	Segelam	28,3 ± 1,16	III	29,95 ± 4,20	III	28,14 ± 4,22	III
7.	Aveang kelalai	23,7 ± 1,06	II	25,61 ± 1,59	II	23,82 ± 1,56	II
8.	Bambang lanang	1,9 ± 0,74	I	2,32 ± 0,27	I	0,44 ± 0,28	I
9.	Kayu bawang	2,7 ± 0,67	I	3,26 ± 0,77	I	1,44 ± 0,76	I

Keterangan(Remarks): * Rata-rata dari pengukuran 10 contoh uji (The average of 10 samples)

Hasil uji-T antara pengukuran dengan cara konvensional dengan cara interpretasi digital dan adanya bekas lubang tali dan tidak adanya lubang tali disajikan dalam Tabel 3. Uji-t menunjukkan bahwa dari hasil perhitungan persentase kerusakan secara konvensional tidak berbeda nyata dengan cara digital dengan nilai probabilitas ($p > 0,05$), kecuali untuk kayu sempur lilin,

bambang lanang dan kayu bawang. Hal ini menunjukkan pengukuran persentase kerusakan kayu akibat serangan penggerek laut berbeda nyata hanya pada kayu dengan kelas ketahanan I (sempur lilin, bambang lanang dan kayu bawang) sedangkan untuk kayu dengan kelas ketahanan II V pengukuran konvensional tidak berbeda nyata dengan pengukuran secara digital.

Tabel 3. Hasil uji-t persentase kerusakan kayu
Table 3. T-test result of damage intensity

Pasangan (Pairs)	t	Probabilitas (Significant probability)
Ki bugang (konvensional – digital)	1,012	0,369 .
Ki bugang (dengan dan tanpa lubang tali)	-125,592	0,000 *
Sempurlilin (konvensional – digital)	-5,835	0,004 *
Sempur lilin (dengan dan tanpa lubang tali)	-92,839	0,000 *
Cangcaratan (konvensional – digital)	-0,302	0,777 .
Cangcaratan (dengan dan lubang tali)	-40,534	0,000 *
Ki pasang (konvensional – digital)	-0,2444	0,819 .
Ki pasang (dengan dan lubang tali)	-64,739	0,000 *
Ki langir (konvensional – digital)	-0,118	0,912 .
Ki langir (dengan dan lubang tali)	-9,770	0,001 *
Segelam (konvensional – digital)	0,010	0,992 .
Segelam (dengan dan tanpa lubang tali)	-20,122	0,000 *
Aveang kelalai (konvensional – digital)	0,745	0,497 .
Aveang kelalai (dengan dan tanpa lubang tali)	-42,332	0,000 *
Bambang lanang (konvensional – digital)	-5,676	0,000 *
Bambang lanang (dengan dan tanpa lubang tali)	-412,713	0,000 *
Bawang (konvensional – digital)	-4,760	0,001 *
Bawang (dengan dan tanpa lubang tali)	-167,014	0,000 *

Keterangan: * berbeda nyata pada taraf uji 95% (Significant in the level of 95%)

Perbedaan pengukuran persentase kerusakan pada kayu dengan lubang bekas tali dan tanpa bekas lubang tali menunjukkan perbedaan tidak nyata. Walaupun pengukuran dengan bekas lubang tali lebih besar dari perhitungan tanpa menyertakan bekas lubang tali, namun persentase pengukurannya masih termasuk dalam kelas ketahanan yang sama.

Seperti telah disebutkan sebelumnya, pada perhitungan persentase kerusakan dengan lubang tali, bekas lubang diperhitungkan sebagai bekas serangan penggerek laut, sedangkan pada metode tanpa lubang bekas tali, bekas lubang dianggap sebagai bagian kayu yang tidak terserang oleh penggerek laut. Dalam modifikasi gambar sebelum interpretasi, bagian bekas lubang ditutup

dengan cara menutup bagian tersebut dengan bagian gambar yang sama di sebelahnya Gambar 1. Pada perhitungan secara konvensional, perhitungan persentase kerusakan kayu dilakukan dengan menghindarkan lubang bekas tali secara manual.

Walaupun uji-t seperti disajikan dalam Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan perhitungan persentase kerusakan, namun penentuan kelas ketahanan seperti disajikan dalam Tabel 2 tidak menunjukkan perbedaan. Perhitungan persentase kerusakan dengan bekas lubang tali memiliki kelas ketahanan yang sama dengan persentase kerusakan kayu tanpa bekas lubang tali. Perbedaan akan nyata jika persentase kerusakan berada di batas kelas ketahanan kayu, yaitu 7, 27, 54, dan 79%. Untuk perhitungan persentase kerusakan kayu pada beberapa kelas transisi tersebut dianjurkan menggunakan gambar digital yang sudah dimodifikasi dengan penutupan lubang bekas talinya. Hal ini dilakukan agar perhitungan persentase kerusakan lebih akurat dan tidak memperhitungkan bekas lubang tali sebagai bekas serangan penggerek di laut.

Berdasarkan intensitas serangan penggerek laut, kayu sempur lilin, bambang lanang dan kayu bawang termasuk sangat tahan terhadap serangan penggerek laut (kelas ketahanan I) dengan intensitas serangan penggerek laut <7%. Setelah dimasukkan dalam air laut di perairan terbuka selama enam bulan, ketiga kayu tersebut termasuk sangat tahan terhadap serangan penggerek laut. Dalam kondisi pengujian yang sama, kayu cangcaratan dan aveangkelalai termasuk tahan terhadap serangan penggerek laut (kelas II). Kedua kayu tersebut memiliki intensitas serangan kurang dari 27%. Kayu ki pasang dan segelam termasuk kayu agak tahan terhadap serangan penggerek laut. Intensitas serangan kayu ki pasang tanpa lubang tali adalah $36,55 \pm 11,37\%$ sedangkan kayu segelam adalah $28,14 \pm 4,22\%$, termasuk dalam interval intensitas serangan 27-54% (kelas III). Kayu ki bugang dan ki langir termasuk dalam kelas ketahanan V atau termasuk tidak tahan terhadap serangan penggerek di laut.

Perbedaan tingkat serangan contoh uji terhadap penggerek laut disebabkan karena adanya perbedaan komponen kimia pada kayu secara alami (Muslich dan Rulliaty, 2013). Turner

(1966) menyebutkan bahwa kayu yang mengandung lebih banyak selulosa, intensitas serangan penggerek lautnya lebih tinggi, karena penggerek laut terutama dari famili Teredinidae menjadikan selulosa sebagai sumber makanannya. Kandungan dalam kayu yang menghambat serangan penggerek laut adalah kadar silika, kekerasan atau kerapatan kayu serta kandungan zat ekstraktif kayu (Southwell dan Bultman, 1971 dalam Muslich dan Rulliaty, 2013).

Kayu bawang (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs) termasuk kelas ketahanan kayu I, yaitu sangat tahan terhadap penggerek laut. Kayu ini sama dengan kayu mimba (*Azadirachta indica*) yang memiliki kelas ketahanan I terhadap penggerek laut (Muslich dan Rulliaty, 2013). Kayu dari genus *Azadirachta* dilaporkan memiliki kandungan zat ekstraktif *azadirachtin*, *salamine*, *mehantriol*, *nimbin* dan *nimbidin* yang bersifat racun terhadap organisme perusak (Ruskin, 1993 dalam Muslich dan Rulliaty, 2013; Chiu, 1988 dalam Muslich dan Rulliaty, 2013).

Kayu yang keras tidak berarti lebih tahan terhadap serangan organisme perusak (Muslich dan Sumarni, 1987, 2005, 2006, 2008). Kayu yang keras memiliki berat jenis lebih tinggi dari kayu lunak, namun kayu yang memiliki berat jenis tinggi tidak menjadi lebih tahan terhadap organisme perusak. Kayu ki bugang yang memiliki rata-rata berat jenis 0,46 dan ki langir yang memiliki rata-rata berat jenis 0,98 (Oey, 1990) ternyata tidak tahan terhadap serangan penggerek di laut. Persentase kerusakan kedua jenis kayu tersebut mencapai kisaran 90% dan masuk dalam kelas ketahanan V (tidak tahan). Sedangkan kayu sempur lilin (0,79) dan bambang lanang (0,56) serta kayu bawang (0,82) yang memiliki berat jenis di bawah kayu ki langir termasuk sangat tahan terhadap organisme perusak di laut. Hasil identifikasi penggerek di laut yang menyerang contoh uji adalah *Martesia striata* dari famili Pholadidae, *Teredo bartchi*, *Dicyatifer manni*, dan *Bankia cieba* dari famili Teredinnidae. Organisme yang banyak menyerang contoh uji adalah jenis organisme dari family Teredinnidae yang merupakan organisme yang menyerang selulosa. Hal ini tampak dari serangan berupa lubang gerek besar di bagian dalam contoh uji. *Martesia striata* merupakan organisme laut yang menyerang contoh uji kayu bagian permukaannya saja.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengujian kayu di perairan terbuka menunjukkan kayu dengan kelas ketahanan I (sangat tahan) adalah kayu sempur lilin (*Dillenia obovata* Hoogl.), kayu bambang lanang (*Michelia champaca* L.var. *pubinervia*) dan kayu bawang (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs), sedangkan kayu cangcaratan (*Lithocarpus sundaicus* (Blume) Rehd., aveangkelalai (*Shorea pervistipulata* ssp. *albifolia*) termasuk kelas ketahanan II (tahan) terhadap penggerek kayu di laut.

Kayu ki pasang (*Prunus javanica* Miq.) dan segelam (*Hopea rudiflorum*) termasuk kelas ketahanan III (agak tahan) terhadap penggerek kayu di laut, sedangkan kayu ki bugang (*Artobophyllum diversifolium* Blume) dan ki langir (*Otophora spectabilis* Blume) termasuk kelas ketahanan V (sangat tidak tahan) terhadap penggerek kayu di laut.

Pengukuran persentase kerusakan kayu akibat penggerek kayu di laut dapat dilakukan dengan interpretasi gambar digital dengan akurasi lebih tinggi dari metode konvensional

Pengukuran persentase kerusakan kayu dari gambar digital dengan bekas lubang tali lebih tinggi dari pengukuran kerusakan kayu tanpa bekas lubang tali. Namun, bekas lubang tali diperhitungkan sebagai kerusakan akibat penggerek kayu di laut.

Untuk akurasi pengukuran kerusakan yang tinggi, sebaiknya gambar digital dimodifikasi dengan menutup lubang bekas tali yang sama dengan kondisi di sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standar Nasional (BSN). (2014). Uji ketahanan kayu terhadap organisme perusak kayu. Standar Nasional Indonesia (SNI 7207.2014) Jakarta: Badan Standar Nasional (BSN).

Collins, T.J. (2007). ImageJ for microscopy. *Biotechniques*, 43(1 Suppl), 25-30.

Martawijaya, A. (1996). Petunjuk teknis keawetan kayu dan faktor yang mempengaruhinya Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.

Mekthiev, M. & Torgovnikov, G. (2004). Method of check analysis of MW modified wood. *Wood Science and Technology* 38, (7), 501-519.

Muslich, M & Rulliaty S. (2013). Keawetan 50 jenis kayu terhadap uji kuburan dan uji di laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(4), 250-257.

Muslich, M & Sumarni G. (1987). Pengaruh salinitas terhadap serangan penggerek kayu di laut pada beberapa jenis kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 4(2), 46-49.

_____. (2005). Keawetan 200 jenis kayu Indonesia terhadap penggerek di laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 23(3), 163-176.

_____. (2006). Keawetan 25 jenis kayu Dipterocarpaceae terhadap penggerek kayu di laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24(3), 191-200.

_____. (2008). Kelas awet 25 jenis kayu andalan setempat Jawa Barat dan Jawa Timur terhadap penggerek kayu di laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 26(1), 70-80.

Oey, D.S. (1990). Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. Pengumuman No. 13. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan,

Sugiyanto, K. (2011). *Physical and chemical modification of the bamboo species Dendrocalamus asper*. PhD thesis. The University of Melbourne (tidak dipublikasikan).

Schneider C.A., Rasband, W.S. & Eliceri, K.W. (2012). NIH image to image J: 25 years of image analysis. *Nature Methods* 9, 671-675. Doi:10.1038/nmeth.2089.

Turner, R.D. (1966). A survey and illustrated catalogue of the teredinidae. Cambridge, Massachusetts: Harvard University.

_____. (1971). Identification of marine wood-boring mollusks. Marine borers, fungi and fouling organisms of wood. Paris: Organization for Economics Co-operation and Development.