

Sifat Fisis dan Mekanis Kayu dari Hutan Rakyat dalam Uji Biodeteriorasi di Beberapa Daerah Bagian Barat Pulau Jawa

Trisna Priadi

Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680.
Email: trisnapriadiipb@yahoo.com

Hendra Novianto

Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680.
Email: hendranovianto132@gmail.com

Abstrak

Penggunaan kayu dari hutan rakyat untuk bangunan dan furnitur semakin banyak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat fisik dan mekanik kayu setelah uji biodeteriorasi alami tanpa menyentuh tanah di empat kota berbeda di bagian Barat Pulau Jawa. Kayu yang digunakan dalam penelitian ini sengon, nangka, mangium, mahoni dan kamper. Uji biodeteriorasi kayu tidak menyentuh tanah dilakukan di Bogor, Tanjung Priok, Lembang, dan Serang. Sifat fisik dan mekanik kayu diuji setelah uji lapang biodeteriorasi tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan berat kayu, berat jenis, modulus elastisitas dan modulus patah dari contoh uji kayu bervariasi di antara berbagai jenis kayu dan tempat uji. Degradasi tertinggi terjadi pada kayu sengon, sedangkan degradasi kayu mangium dan mahoni lebih tinggi daripada kayu nangka dan kamper. Sifat fisik dan mekanik kayu yang diuji di Bogor yang bercurah hujan tinggi dan bersuhu hangat lebih buruk daripada kayu yang diuji di tempat-tempat lainnya.

Kata-kata Kunci: Biodeteriorasi kayu, berat jenis, modulus lentur, modulus patah.

Abstract

The use of woods from community forests for building and furniture are increasing. Therefore, this study aimed to evaluate the physical and mechanical properties of woods exposed to above ground biodeterioration test in four different cities in the West part of Java Island. The woods used in this study were sengon, jackfruit, mangium, mahogany and camphor. Above ground biodeterioration test of the woods were conducted in Bogor, Tanjung Priok, Lembang, and Serang. The physical and mechanical properties of the woods were tested after the biodeterioration test. The results showed that the weight loss, specific gravity, modulus of elasticity and modulus of rupture of the woods were different among wood species and exposure places. The highest degradation occurred in sengon wood, while degradation of mangium and mahagoni woods were higher than that of nangka and kamper woods. The physical and mechanical properties of the woods exposed in Bogor with high rainfall and warm temperature were worse than the woods exposed in the other places.

Keywords: Wood biodeterioration, modulus of elasticity, modulus of rupture, specific gravity

Pendahuluan

Kayu merupakan bahan bangunan yang paling banyak digunakan karena karakteristiknya yang cocok untuk berbagai penggunaan dan merupakan bahan alam yang bisa diperbaharui. Manajemen hutan dan praktek pemanenan secara lestari dapat menjamin ketersediaan sumber kayu yang berkelanjutan (Falk, 2009). Kayu sebagai bahan bangunan memiliki banyak keunggulan dibanding bahan lainnya, namun juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah dapat terbakar, dapat menyusut, dan adanya variasi sifat dalam jenis yang sama, bahkan dalam batang pohon yang sama (Aghayere dan Vigil, 2007). Namun kelemahan kayu yang terpenting yaitu dalam kondisi tertentu kayu terdegradasi oleh organisme sebagai bagian dari siklus biologis (Schmidt, 2006). Penggunaan kayu untuk konstruksi luar bangunan harus memenuhi syarat

kekuatan dan keawetan, karena tujuan umum para pemilik bangunan maupun perencana adalah membangun/mempunyai gedung yang aman dan kuat konstruksinya, biaya konstruksinya murah, umur bangunan cukup lama serta biaya pemeliharannya ringan. Ketahanan kayu dari organisme perusak ditentukan oleh sifat keawetan kayu dan kondisi lingkungan penggunaannya.

Penggunaan kayu rakyat oleh masyarakat dan industri perikanan di Jawa bagian Barat (Jawa Barat, Banten dan DKI Jakarta) semakin tinggi dengan berkurangnya pasokan kayu dari luar Jawa. Dengan demikian pengembangan kayu rakyat menjadi sangat penting dan memerlukan perhatian besar dari pemerintah maupun perusahaan swasta (Hakim *et al.*, 2009). Di sisi lain terdapat permasalahan kayu dari hutan rakyat, yang pada umumnya berkulitas rendah dengan

diameter kecil, persentase kayu teras yang rendah dan persentase kayu muda (*juvenile*) yang tinggi (Pandit *et al.*, 2011). Oleh karena itu, banyak kayu yang dihasilkan dari hutan tanaman dan hutan rakyat yang tergolong jenis kayu cepat tumbuh (*fast growing species*), memiliki permasalahan keawetan yang rendah sehingga umur pakainya tidak panjang.

Deteriorasi kayu dapat disebabkan oleh berbagai penyebab (*causing agents*), yaitu karena faktor-faktor biologis (serangga, jamur) dan faktor-faktor fisik. Kondisi yang diperlukan jamur untuk kelangsungan pertumbuhannya adalah ketersediaan makanan, oksigen, temperatur yang sedang, dan kelembaban. Selain itu pertumbuhannya dipengaruhi oleh pH dan kompetisi dengan mikroorganisme lainnya. Kerusakan kayu oleh jamur pelapuk dapat semakin berat karena dapat mengundang serangan organisme lain, terutama rayap (Subekti, 2012). Pengujian ketahanan kayu terhadap berbagai faktor perusak perlu dilakukan, baik dalam skala laboratorium sebagaimana yang dilakukan oleh Subekti (2012) maupun skala lapangan di bawah naungan (Jasni *et al.*, 2016), menyentuh tanah (Lempang dan Asdar, 2007; Palanti *et al.*, 2011), atau di atas (tidak menyentuh) tanah (Råberg *et al.*, 2005).

Sebagian besar komponen kayu bangunan digunakan tidak berhubungan langsung dengan tanah. Oleh karena itu perlu diketahui ketahanan kayu dari ancaman biodeteriorasi melalui pengujian lapangan tanpa menyentuh tanah terhadap beberapa jenis kayu rakyat yang banyak digunakan masyarakat. Dalam hal ini indikator perubahan kayu yang digunakan adalah sifat fisis kayu (penurunan berat kering dan perubahan berat jenis) dan sifat mekanis kayu yaitu modulus lentur atau MOE (*Modulus of Elasticity*) dan modulus patah, MOR (*Modulus of Rupture*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisis dan mekanis kayu yang terpapar biodeteriorasi alami di empat kota/ kabupaten yang berbeda di bagian Barat Pulau Jawa. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan pertimbangan penting dalam memilih dan menggunakan kayu sesuai dengan kondisi penggunaannya terutama dalam fungsi konstruksi.

2. Bahan dan Metode

Pengujian lapang biodeteriorasi kayu tidak menyentuh tanah dilakukan di empat daerah yaitu Tanjung Priuk, Serang, Bogor, dan Lembang, yang memiliki rata-rata suhu dan curah hujan berbeda (Tabel 1). Sedangkan kegiatan pengujian sifat fisis dan mekanis dilakukan di Laboratorium Peningkatan Mutu dan Keteknikan Kayu, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Tabel 1. Rata-rata suhu dan curah hujan daerah penelitian

No	Daerah	Suhu (°C)	Curah Hujan (mm/tahun)
1	Tanjung Priuk	27,6	1.802
2	Serang	27,1	1.878
3	Bogor	25,2	4.086
4	Lembang	19,8	3.052

Sumber: Schwarz (2016)

2.1 Persiapan bahan dan peralatan uji

Penelitian ini menggunakan bahan papan dari bagian teras kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*), kayu nangka (*Artocarpus heterophyllus*), kayu mangium (*Acacia mangium*), kayu mahoni (*Swietenia sp*) dan kayu kamper (*Dryobalanops sp*). Contoh uji dibuat dari papan yang sama untuk setiap jenis maka sifat fisis dan mekanis awalnya diasumsikan relatif sama. Kayu berasal dari perusahaan penggergajian di sekitar Bogor sehingga tidak diketahui secara pasti umur dan asal kayu tersebut.

Pemotongan contoh uji menggunakan *circular saw* menjadi 2 ukuran, yaitu untuk uji fisis dan mekanis. Contoh uji sifat fisis (perubahan berat kering dan berat jenis) berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm, sedangkan contoh uji mekanis MOE (*Modulus of Elasticity*) dan MOR (*Modulus of Rupture*) dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 30 cm sesuai standar BS 373 : 1957. Wadah untuk uji lapang deteriorasi kayu terbuat dari bahan seng berukuran panjang 32 cm, lebar 11 cm dan tinggi sisi 4 cm.

2.2 Uji deteriorasi kayu tidak menyentuh tanah (*above ground biodeterioration test*)

Sebelum uji lapang biodeteriorasi, kayu contoh uji fisis ditentukan berat kering dan berat jenis awalnya menggunakan data volume basah dan berat kering oven setelah dikeringkan pada suhu 103 ± 2 °C selama 48 jam. Contoh uji kayu selanjutnya disusun dua tingkat dalam wadah seng terbuka dengan sekat paku antara kedua lapisan contoh uji kayu. Dalam setiap wadah seng diisi 10 contoh uji yang terdiri dari lima jenis kayu dengan ulangan 2 contoh uji. Contoh uji dipaparkan terbuka terhadap lingkungan tanpa menyentuh tanah pada ketinggian di atas 2 m, selama 45 hari di empat daerah penelitian yaitu Tanjung Priuk, Serang, Bogor, dan Lembang. Di setiap daerah pengujian 6 unit percobaan disebar secara berjauhan mewakili kondisi daerah masing-masing. Dengan demikian jumlah ulangan pengujian untuk setiap jenis kayu dan setiap daerah pengumpulan adalah 12 contoh uji.

2.3 Uji sifat fisis dan mekanis kayu

Setelah uji biodeteriorasi, seluruh kayu contoh uji dibersihkan dari kotoran lalu dibasahkan. Volume basah kayu contoh uji fisis ditentukan dengan menggunakan prinsip Archimedes lalu dikeringkan pada suhu 103 ± 2 °C selama 48 jam dan ditimbang sehingga diperoleh BKO (Berat Kering Oven) akhir setiap contoh uji. Adapun kayu contoh uji mekanis, setelah pemaparan di lapangan, dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 48 jam. Selanjutnya pengujian sifat mekanis dilakukan menggunakan mesin UTM Amsler, lalu dihitung nilai MOE (*Modulus Of Elasticity*) dan MOR (*Modulus Of Rupture*)-nya.

Nilai penurunan berat kering, berat jenis dan penurunan berat jenis contoh uji kayu dihitung berdasarkan rumus-rumus berikut:

$$PB = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100 \quad (1)$$

$$BJ = \frac{BKO / VB}{\rho} \quad (2)$$

$$PBJ = \frac{(BJ1 - BJ2)}{BJ1} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

- PB = Penurunan berat kering kayu (%)
- W1 = Berat kering kayu sebelum uji deteoriasi (g)
- W2 = Berat kering kayu setelah uji deteoriasi (g)
- BJ = Berat jenis kayu
- BKO = Berat kering oven (g)
- VB = Volume basah kayu (g)
- ρ = Kerapatan standar (air suhu 4 °C = 1 g/cm³)
- PBJ = Perubahan berat jenis kayu (%)
- BJ1 = Berat jenis kayu sebelum uji deteoriasi
- BJ2 = Berat jenis kayu setelah uji deteoriasi

Adapun nilai MOE dan MOR kayu dihitung berdasarkan rumus-rumus berikut:

$$MOE = \frac{\Delta PL^3}{4\Delta ybh^3} \quad (4)$$

$$MOR = \frac{3P_{max} L}{2bh^2} \quad (5)$$

Keterangan:

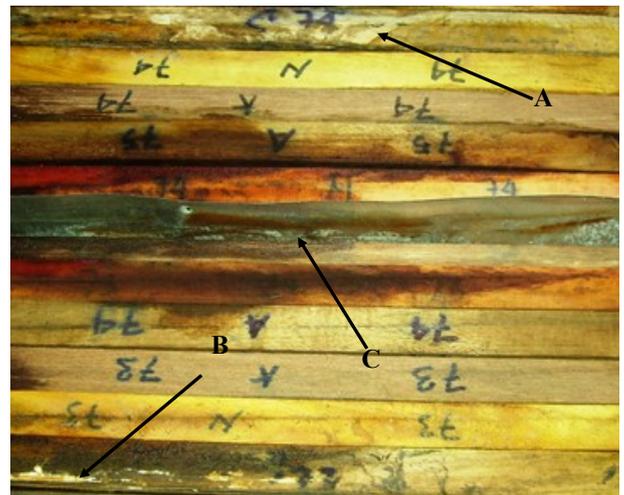
- MOE = *Modulus of Elasticity* (kg/cm²)
- ΔP = Selisih beban di bawah batas proporsi (kg)
- L = Jarak sangga (cm)
- Δy = Perubahan defleksi setiap perubahan beban (cm)
- b = Lebar contoh uji (cm)
- h = Tebal contoh uji (cm)
- MOR = *Modulus of Rupture* (kg/cm²)
- P_{max} = Beban maksimum (kg)

Rancangan percobaan yang digunakan dalam analisis data adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 2 faktor. Faktor yang diuji terdiri dari jenis kayu dan tempat pengumpanan. Faktor jenis ada 5 yang terdiri atas jenis kayu sengon, nangka, mangium, mahoni dan kamper. Faktor daerah pengumpanan terdiri atas Serang, Tanjung Priok, Bogor dan Lembang. Dalam rancangan percobaan ini analisis ragam (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari setiap faktor yang diuji terhadap sifat fisis dan mekanis kayu setelah uji deteoriasi. Jika hasil analisis ragam dinyatakan berpengaruh nyata pada tingkat nyata (α) 5% atau selang kepercayaan 95%, maka dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah antar perlakuan dengan uji lanjut Duncan. Dalam pengolahan data ini menggunakan *software* SAS.6.12.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan selama 45 hari waktu penelitian menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme terutama

jamur yang dicirikan adanya hifa dan perubahan warna dan bau pada kayu. Warna kayu menjadi lebih gelap dan mengeluarkan bau yang menyengat (**Gambar 1**). Serangan jamur pelapuk pada kayu dilakukan oleh benang hifa menyebar ke berbagai arah pada kayu. Hifa-hifa tersebut menghasilkan enzim-enzim untuk mendekomposisi komponen penyusun utama maupun pengisi sel-sel kayu sehingga menjadi makanannya. Hal ini mengakibatkan kayu berubah baik warna maupun sifat-sifatnya.



Gambar 1. Serangan jamur setelah uji lapang deteoriasi pada kayu sengon (A), nangka (B), dan mahoni (C)

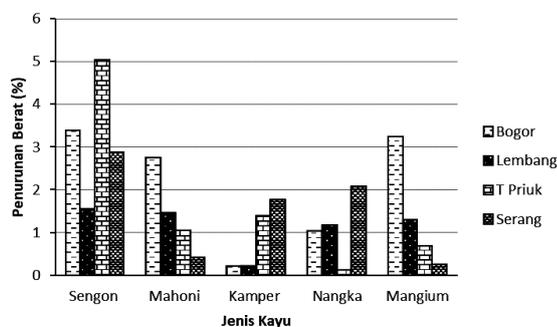
Efek yang jelas terjadi pada kayu setelah uji lapang deteoriasi ini adalah kekerasan permukaan kayu yang menurun jika ditekan dengan kuku jari. Kayu *Acacia mangium* juga mengalami perubahan warna menjadi keabu-abuan. Perubahan warna juga dipengaruhi oleh air dan faktor lingkungan lainnya. Sebagaimana yang dilaporkan oleh Clausen dan Kartal (2003) bahwa pelapukan kayu oleh jamur menyebabkan perubahan kimia kayu akibat kerja enzim-enzim sehingga terjadi penurunan kekuatan yang nyata.

3.1 Penurunan berat kering kayu

Contoh uji kayu yang dipaparkan terbuka di lapangan tanpa menyentuh tanah pada umumnya mengalami penurunan berat kering. Tampak ada variasi penurunan berat kering antar jenis kayu dan antar daerah pengujian. Hal ini terkait dengan sifat-sifat kayu terutama keawetan alaminya juga kondisi lingkungan di setiap daerah pengujian.

Hasil uji deteoriasi kayu tanpa menyentuh tanah selama 45 hari ini menunjukkan bahwa kayu sengon adalah yang paling besar penurunan beratnya (**Gambar 2**), yaitu rata-rata sebesar 3,20% diikuti mahoni dan mangium sebesar 1,41% dan 1,36%; kemudian yang sangat rendah penurunan beratnya adalah kayu nangka dan kamper yaitu sebesar 1,09% dan 0,89%. Hal ini menunjukkan bahwa kayu sengon adalah paling tidak awet dibanding kayu uji lainnya, sedangkan kayu nangka dan kamper cukup tahan dari proses deteoriasi tersebut.

Masing-masing kayu memiliki kemampuan alami untuk menahan serangan organisme perusak seperti jamur. Berdasarkan nilai penurunan berat keringnya, kayu kamper, mangium dan mahoni lebih kecil dibanding penurunan berat kayu angka dan sengon. Hal ini diduga karena kayu-kayu tersebut memiliki zat ekstraktif yang bersifat racun bagi organisme perusak kayu (jamur).



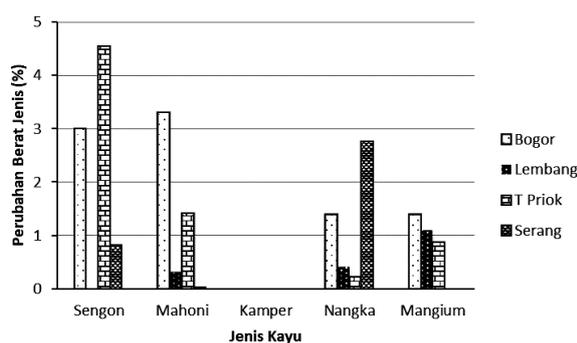
Gambar 2. Penurunan berat kering kayu setelah uji deteriorasi selama 45 hari

Hasil evaluasi nilai penurunan berat kayu uji berdasarkan daerah pengujian mengindikasikan bahwa kayu uji yang diumpukan di Bogor mengalami penurunan berat yang tertinggi yaitu rata-rata sebesar 2,11%, berikutnya yang juga cukup tinggi penurunan beratnya adalah kayu yang diuji di Tanjung Priok dan Serang sebesar 1,66% dan 1,47%, sedangkan yang paling rendah penurunan beratnya dalam penelitian ini adalah kayu yang diuji di Lembang sebesar 1,13%. Walau demikian pengaruh faktor daerah pengumpanan dan interaksinya dengan jenis kayu terhadap penurunan berat kayu ini secara statistik tidak nyata, mungkin karena periode pengujian yang relatif singkat dibanding umur konstruksi yang bisa bertahun-tahun.

Penelitian ini membuktikan bahwa ancaman biodeteriorasi kayu di daerah Bogor adalah yang paling tinggi. Bogor selain memiliki udara yang hangat (25,2 °C), juga memiliki curah hujan yang paling tinggi sekitar 4.086 mm/tahun. Kayu yang terpapar di lingkungan dengan curah hujan yang tinggi menjadi tinggi kadar airnya. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Schwarze *et al.* (2000) bahwa pelapukan kayu dipengaruhi oleh sifat alami kayu, kandungan ekstraktif anti fungi, kadar air kayu, dan kemampuan jamur mengatasi kendala pertumbuhannya pada kayu. Leicester (2001) juga menjelaskan bahwa permukaan kayu yang basah dibutuhkan oleh spora jamur agar bisa berkecambah menjadi hifa. Selanjutnya pertumbuhan hifa pada kayu bergantung pada kadar air kayu dan temperatur. Secara umum di bawah suhu 5 °C jamur dorman, sedangkan di atas 65 °C jamur pada umumnya mati dalam beberapa jam. Pertumbuhan jamur juga sangat lambat pada kadar air kayu di bawah titik jenuh serat. Batas terendah kadar air kayu untuk pertumbuhan jamur adalah 19%, sedangkan batas tertingginya adalah ketika 80% rongga sel kayu terisi air. Kondisi lainnya yang mempengaruhi kecepatan pertumbuhan jamur adalah pH, ketersediaan nitrogen dan ketiadaan oksigen.

3.2 Perubahan berat jenis kayu

Nilai rata-rata perubahan berat jenis (BJ) kayu setelah dipaparkan tanpa menyentuh tanah di berbagai daerah uji menunjukkan adanya perbedaan nilai antar jenis kayu maupun antar daerah pengamatan (Gambar 3). Berdasarkan analisis statistik perubahan BJ setelah pengujian deteriorasi tanpa menyentuh tanah selama 45 hari, tidak dipengaruhi secara nyata oleh faktor jenis kayu, daerah pengumpanan dan interaksi keduanya pada tingkat nyata (α) = 5%. Hal ini dikarenakan contoh uji yang terserang oleh jamur di perkiraan masih sedikit dan belum mendalam, akibatnya perubahan berat jenis secara statistik tidak memberikan pengaruh yang nyata baik antar jenis contoh uji maupun antar daerah pengumpanan. Namun kecenderungan kerusakan yang terjadi dapat dilihat dari nilai rata-rata perubahan berat jenis yang tertinggi terjadi pada kayu sengon sebesar 2,09% diikuti mahoni sebesar 1,26%; angka sebesar 1,19%; mangium sebesar 0,84%, sedangkan kamper hamper tidak mengalami perubahan BJ. Adapun nilai perubahan BJ kayu tertinggi yang terjadi antar daerah pengujian adalah di Bogor sebesar 1,81% diikuti oleh Tanjung Priok sebesar 1,41%, Serang 0,7% dan yang terendah perubahan BJ kayu uji yang di Lembang sebesar 0,36 %.



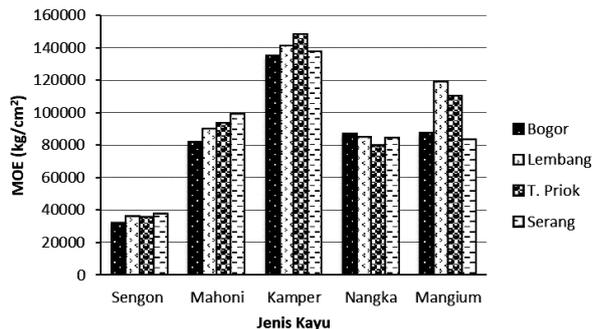
Gambar 3. Perubahan berat jenis kayu setelah uji deteriorasi selama 45 hari

3.3 Modulus lentur kayu (*modulus of elasticity*)

Modulus elastisitas atau modulus lentur (MOE) merupakan sifat kekakuan kayu sebagai ukuran kemampuan kayu untuk menahan lenturan tanpa terjadi perubahan bentuk yang tetap atau bisa kembali ke bentuk semula. Dalam pengumpanan selama 45 hari faktor jenis kayu, daerah pengumpanan dan interaksi antara keduanya memberikan pengaruh nyata pada $\alpha=5\%$. Berdasarkan Gambar 4, kayu yang masih memiliki nilai MOE tertinggi setelah pengumpanan tersebut adalah kamper sebesar 140.649,1 kg/cm², diikuti kayu mangium sebesar 100.291,5 kg/cm², mahoni sebesar 91.487,6 kg/cm², angka sebesar 84.250,0 kg/cm², sedangkan nilai rata-rata MOE terendah terjadi pada kayu sengon yaitu 35.896,9 kg/cm². Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan nilai MOE kayu kamper nyata lebih besar dibanding mangium, mahoni, angka dan sengon. Perbedaan nilai MOE antar jenis kayu disebabkan oleh sifat struktur dan fisis

kayu yang berbeda. Kayu dengan berat jenis yang tinggi pada umumnya mempunyai dinding sel yang tebal sehingga kekuatannya juga tinggi.

Adapun daerah pengujian yang menyebabkan nilai MOE kayu menurun paling banyak adalah di Bogor, yaitu dengan rata-rata MOE sebesar 85.072,0 kg/cm², kemudian di Serang sebesar 88.745,2 kg/cm², di Tanjung Priok 93.834,4 kg/cm², dan nilai MOE kayu tertinggi yang diumpangkan di Lembang sebesar 94.409,2 kg/cm². Hasil uji Duncan juga membuktikan bahwa nilai MOE kayu yang diumpangkan di Bogor nyata lebih kecil dibanding yang diumpangkan di Lembang dan Tanjung Priok. Biodeteriorasi kayu di Bogor yang tinggi didukung dengan curah hujan yang paling tinggi, yaitu 4.086 mm/th (Tabel 1). Lembang walaupun curah hujannya sedikit lebih tinggi (3.052 mm/th) dari daerah Tanjung Priok (1.802 mm/th) dan Serang (1.878 mm/th), tapi suhu di Lembang lebih dingin (19,8 °C) dibanding Bogor (25,2 °C) ataupun daerah lainnya (27,1-27,6 °C). Pertumbuhan jamur lebih cepat pada kayu yang kadar airnya memadai yaitu lebih tinggi dari 20%. Suhu yang hangat juga lebih mendukung kecepatan pertumbuhan jamur. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Pietikäinen *et al.* (2004) bahwa syarat utama serangan jamur pada kayu, yaitu suplai oksigen, suhu udara antara 5-38 °C, kelembaban udara tinggi, sumber nutrisi dan media.

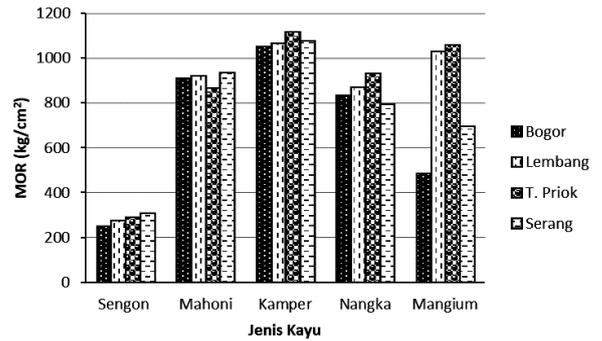


Gambar 4. Nilai rata-rata MOE (*modulus of elasticity*) kayu setelah uji deteriorasi selama 45 hari.

Suhu optimum untuk pertumbuhan bervariasi antar jenis jamur, tapi pada umumnya jamur tumbuh baik pada suhu 12-40 °C. Adapun suhu optimum untuk jamur pelapuk yang digunakan dalam pengujian laboratorium berkisar antara 28-36 °C (Nicholas dan Crawford, 2003). Penelitian yang dilakukan oleh Harris (2001) menunjukkan bahwa suhu optimum pertumbuhan jamur adalah 20-25 °C. Di atas 30 °C aktivitas pertumbuhan jamur menurun bahkan di bawah 0 °C dan di atas 40 °C pada umumnya jamur pelapuk mati.

3.4 Modulus patah kayu (*modulus of rupture*)

Modulus patah merupakan kekuatan lentur statis yang merupakan ukuran kemampuan benda menahan beban lentur maksimum sampai saat benda tersebut mengalami kerusakan. Dalam pengumpangan selama 45 hari, faktor jenis kayu, daerah pengumpangan dan interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap nilai MOR kayu uji pada tingkat nyata $\alpha = 5\%$.



Gambar 5. Nilai rata-rata modulus patah MOR (*modulus of rupture*) kayu setelah uji deteriorasi selama 45 hari.

Berdasarkan Gambar 5 nilai rata-rata MOR tertinggi setelah pengumpangan 45 hari terjadi pada kayu kamper sebesar 1.077,7 kg/cm², sedangkan yang terendah adalah kayu sengon sebesar 279,8 kg/cm² (Gambar 5). Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan nilai rata-rata MOR pada contoh uji kamper nyata lebih besar dibanding kayu mahoni, mangium, nangka dan sengon.

Kekuatan kayu banyak dipengaruhi oleh berat jenisnya karena pada umumnya dinding sel kayu yang tebal menyebabkan kayu lebih kuat dan lebih tinggi berat jenisnya. Menurut Martawijaya *et al.* (2005a) kayu kamper memiliki tebal dinding sel sebesar 4,6 μ , sedangkan kayu sengon memiliki tebal dinding sel sebesar 3,0 μ (Pandit *et al.* 2011). Di sini terbukti bahwa kayu kamper yang memiliki dinding sel lebih tebal menghasilkan nilai MOR sebesar 1.077,7 kg/cm², sedangkan kayu sengon yang memiliki tebal dinding sel yang lebih kecil menghasilkan nilai MOR sebesar 279,9 kg/cm².

Nilai MOR kayu yang diumpangkan di Bogor ternyata lebih rendah daripada yang diumpangkan di daerah lainnya, yaitu rata-rata sebesar 706,3 kg/cm² diikuti MOR kayu dari daerah pengumpangan Serang sebesar 762,0 kg/cm². Adapun kayu yang diumpangkan di Lembang dan Tanjung Priok memiliki MOR yang nyata lebih tinggi yaitu berurutan sebesar 832,2 kg/cm² dan 852,6 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa contoh uji kayu yang diumpangkan di Bogor mengalami deteriorasi lebih tinggi daripada yang diumpangkan di Lembang dan Tanjung Priok. Deteriorasi yang disebabkan terutama oleh faktor biotik jamur terbukti menurunkan nilai kekuatan kayu.

3.5 Tingkat deteriorasi kayu di beberapa daerah pengujian berdasarkan nilai uji fisis dan mekanisnya.

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis dan mekanis kayu uji yang sudah diumpangkan tanpa menyentuh tanah di Bogor, Serang, Tanjung Priok dan Lembang membuktikan bahwa pada umumnya kayu mengalami penurunan berat kering dan berat jenis dalam 45 hari masa pengumpangan. Sifat mekanis, MOE dan MOR-nya juga mengalami penurunan. Penurunan sifat fisis dan sifat mekanis contoh uji kayu berbeda antara jenis dan antara daerah pengujian. Komponen bangunan dari kayu yang tidak terlindung dari cuaca, walaupun tidak

bersentuhan dengan tanah akan mengalami pelapukan karena serangan jamur bahkan rayap, sehingga penampilannya tidak indah lagi bahkan kekuatannya dapat menurun dan membahayakan penghuninya (Sudarmadji, 2014). Serangan faktor biotik yang disebut juga biodeteriorasi sangat tergantung pada kondisi lingkungan pendukungnya.

Dalam penelitian ini terbukti bahwa kayu sengon secara nyata mengalami tingkat deteriorasi lebih tinggi daripada kayu kamper. Adapun kayu kamper memiliki ketahanan paling tinggi dari deteriorasi. Tingkat deteriorasi di antara kayu mahoni, nangka dan mangium tidak terlalu banyak berbeda. Menurut Sablik *et al.* (2016) zat ekstraktif kayu menentukan keawetan alami kayu dari organisme perusak. Kayu-kayu yang memiliki kandungan zat ekstraktif berbeda, maka ketahanan alaminya dari biodeteriorasi dapat berbeda pula. Kayu kamper memiliki keawetan alami lebih tinggi dibanding dengan kayu lainnya. Sehingga kayu kamper bila digunakan pada konstruksi dapat lebih tahan lama dibandingkan dengan kayu lainnya.

Berdasarkan analisis sifat fisik dan sifat mekanis kayu, tingkat deteriorasi yang terjadi di Bogor memiliki nilai penurunan sifat fisis yang lebih tinggi dan nilai sifat mekanis yang lebih rendah dibandingkan daerah lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa deteriorasi kayu yang terjadi di Bogor relatif lebih tinggi dibandingkan di daerah lainnya. Adapun kayu yang diuji di Lembang mengalami tingkat deteriorasi yang lebih rendah yang diindikasikan dengan perubahan sifat fisis yang rendah dan nilai sifat mekanis yang relatif lebih tinggi dibanding dengan kayu-kayu yang diuji di tempat lainnya.

Kondisi Bogor yang memiliki curah hujan yang lebih tinggi dari daerah pengujian lainnya diduga menjadi faktor pendukung utama tingginya deteriorasi kayu oleh organisme perusak di Bogor. Intensitas hujan yang tinggi mengakibatkan kayu mengalami peningkatan kadar air sehingga lebih kondusif untuk diserang organisme perusak khususnya jamur yang pada umumnya membutuhkan kadar air kayu di atas 20%. Bukti serangan jamur terlihat dari hifa-hifa yang tumbuh pada kayu yang diumpangkan. Selain itu perubahan warna juga terjadi pada kayu, baik karena faktor radiasi matahari maupun pewarnaan oleh jamur. Walau demikian dalam penelitian ini tidak dilakukan identifikasi jenis jamur yang menyerang kayu yang diumpangkan di berbagai daerah pengujian. Selain faktor curah hujan, suhu juga mempengaruhi biodeteriorasi yang terjadi. Di Lembang walaupun curah hujannya lebih tinggi daripada di Tanjung Priok dan Serang, tapi suhunya lebih rendah sehingga deteriorasi yang terjadi pada kayu yang diumpangkan pada umumnya lebih rendah daripada yang diumpangkan di Serang dan Tanjung Priok. Keberadaan air dan temperatur merupakan faktor penting dalam proses pelapukan kayu. Hal ini selaras dengan laporan Gonzales *et al.* (2008) bahwa kayu aspen lebih cepat lapuk di daerah tropis daripada di daerah *temperate*. Daerah tropis lebih hangat dan lebih lembab dibandingkan dengan daerah *temperate*.

Kayu yang digunakan pada komponen eksterior sebaiknya dari jenis-jenis kayu awet seperti kamper yaitu kelas awet II (Martawijaya *et al.*, 2005a). Bila kayu sengon yang tergolong kelas awet IV-V (Martawijaya *et al.*, 2005b) digunakan pada fungsi eksterior maka akan cepat mengalami kerusakan terutama di daerah yang memiliki curah hujan tinggi dan bersuhu hangat seperti di Bogor. Penggunaan eksterior dari kayu yang tidak awet seperti sengon, atau kayu-kayu yang tergolong kelas awet III seperti kayu mahoni (Martawijaya *et al.*, 2005a) dan mangium (Mandang dan Pandit, 1997), perlu proses pengawetan menggunakan bahan kimia yang bersifat racun terhadap organisme perusak, tapi aman bagi manusia. Penelitian pengawetan terhadap beberapa jenis kayu rakyat telah dilakukan antara lain menggunakan pengawet dengan bahan aktif boron (Darmono *et al.*, 2013), kombinasi boron dan tembaga (Priadi dan Pratiwi, 2014), atau kombinasi bahan aktif lainnya yang selain beracun juga tahan terhadap pencucian oleh air hujan. Selain itu peningkatan ketahanan kayu dari organisme perusak juga dapat dilakukan dengan modifikasi termal dalam minyak (Priadi dan Maretha, 2015) atau teknik fumigasi amoniak (Rahayu dan Prihatini, 2009).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Kayu sengon, mahoni, mangium, nangka dan kamper yang dipaparkan di alam terbuka tanpa menyentuh tanah mengalami penurunan sifat fisis (berat kering kayu dan berat jenis) dan mekanis (*Modulus of Elasticity* dan *Modulus of Rupture*) yang menunjukkan terjadinya deteriorasi terutama oleh faktor biologis (jamur).
2. Penurunan sifat fisis-mekanis terbesar terjadi pada kayu sengon yang menunjukkan keawetan paling rendah. Kayu mahoni, mangium dan kayu nangka lebih awet dari kayu sengon, sedangkan kayu kamper paling awet dalam uji lapang ini.
3. Penurunan sifat fisis-mekanis (deteriorasi) kayu bervariasi antar tempat pengujian yang berbeda. Deteriorasi kayu di Bogor paling besar, sedangkan yang paling rendah di Lembang. Tingkat deteriorasi kayu di Serang dan Tanjung Priok tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa deteriorasi kayu oleh serangan jamur didukung oleh faktor lingkungan khususnya curah hujan yang tinggi dan temperature yang hangat.

Daftar Pustaka

- Aghayere AO, Vigil J. 2007. *Structural Wood Design. A Practice-oriented Approach Using The ASD Method*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- [BS] British Standards 373. 1957. *Methods of Testing Small Clear Specimen of Timber*. British Standards Institute. London

- Clausen CA, Kartal SN. 2003. Accelerated detection of brown-rot decay: Comparison of soil block test, chemical analysis, mechanical properties and immunodetection. *Forest Products Journal* 53 (11/12): 90-94.
- Darmono, Atun S, Prasetyo S. 2013. Pemanfaatan campuran boraks dan asam borat sebagai bahan pengawetan kayu terhadap serangan rayap. *Inotek* 17(1): 82-99.
- Falk RH. 2009. Wood as a sustainable building material. *Forest Products Journal* 59(9): 6-12.
- Gonzales G, Gould WA, Hudak AT, Hollingsworth TN. 2008. Decay of aspen (*Populus tremuloides* Michx.) wood in moist and dry boreal, temperate and tropical forest fragments. *AMBIO; A Journal of the Human Environment* 37(7): 588-597
- Hakim I, Dwiprabowo H, Effendi R. 2009. Kajian peredaran kayu rakyat di wilayah Jawa bagian Barat. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 6(1): 15-37.
- Harris SY. 2001. *Building Pathology: Deterioration, Diagnostics, and Intervention*. New York : John Wiley & Sons, Inc. Haygreen JG, Shmulsky R dan Bowyer JL. 2003. *Forest Products and Wood Science, An Introduction*. The Iowa State University Press. USA.
- Jasni, Pari G, Satiti ER. 2016. Komposisi kimia dan keawetan alami 20 jenis kayu Indonesia dengan pengujian di bawah naungan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 34(4): 323-333.
- Leicester RH. 2001. Engineered durability for timber construction. *Progress in Structural Engineering and Materials* 3: 216-227.
- Lempang R, Asdar R. 2007. Ketahanan alami kayu jati (*Tectona grandis* L.f.) asal Sulawesi Tenggara terhadap rayap tanah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 25(4): 312-318.
- Martawijaya A, Kartasudjana I, Kadir K, Prawira SA. 2005a. *Atlas Kayu Indonesia Jilid I*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Martawijaya A, Kartasudjana II, Kadir K, Prawira SA. 2005b. *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Bogor
- Mandang YI, Pandit IKN. 1997. Seri Manual: Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di Lapangan. Bogor: Yayasan Prosea.
- Nicholas DD, Crawford D. 2003. Concepts in the development of new accelerated test methods for wood decay. Wood deterioration and preservation: advances in our changing world. Washington, DC : American Chemical Society. ACS symposium series 845: 288-312.
- Pandit IKN, Nandika D, Darmawan IW. 2011. Analisis sifat dasar kayu hasil hutan tanaman rakyat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 16 (2):119-124.
- Pietikäinen J, Pettersson M, Bååth E. 2004. Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates. *FEMS Microbiology Ecology* 52(1):49-58.
- Priadi T, Maretha SD. 2015. Sifat keawetan dan fisis-mekanis kayu kecap dan rambutan setelah perlakuan pemanasan minyak sebagai upaya peningkatan mutu kayu ramah lingkungan. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis* 13(2): 146-160.
- Priadi T, Pratiwi GA. 2014. Sifat keawetan alami dan pengawetan kayu mangium, manii dan sengon secara rendaman dingin dan rendaman panas dingin. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 12(2): 118-125.
- Råberg U, Edlund ML, Terziev N, Land CJ. 2005. Testing and evaluation of natural durability of wood in above ground conditions in Europe – an overview. *Journal of Wood Science* 51:429-440.
- Rahayu IS, Prihatini E. 2009. Pengaruh kondisi fumigasi terhadap efektivitas pewarnaan dan keawetan kayu hutan rakyat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 14(2): 108-117.
- Sablik P, Giagli K, Paril P, Baar J, Rademacher P. 2016. Impact of extractive chemical compounds from durable wood species on fungal decay after impregnation of nondurable wood species. *European Journal of Wood and Wood Products* 74(2):231-236.
- Schmidt O. 2006. *Wood and Tree Fungi. Biology, Damage, Protection, and Use*. Berlin: Springer.
- Schwarz T. 2015. Data iklim untuk kota-kota di seluruh dunia. <https://id.climate-data.org/>. [21 Desember 2016].
- Schwarze FW, Engels J, Mattheck. 2000. *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees*. Berlin: Springer-Verlag.
- Subekti N. 2012. Biodeteriorasi kayu pinus (*Pinus merkusii*) oleh rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: Termitidae). *Bioteknologi* 9 (2):57-65.
- Sudarmadji. 2014. Analisa sisi positif dan negative pemilihan bentuk atap berpenutup genteng untuk rumah tinggal. *Pilar Jurnal Teknik Sipil* 10(1): 45-54.

