

Ketahanan *Fiber Plastic Composite* (FPC) Termodifikasi terhadap Serangan Penggerek Laut (*Marine Borer*) (*Durability of Modified Fiber Plactic Composite (FPC) Against Marine Borer*)

Ade Dwi Fonna Rizki¹, Luthfi Hakim¹, Ridwanti Batubara¹

¹ Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155

Email: adedfr@gmail.com

ABSTRACT

The Fiber plastic composite (FPC) board that made from corrugated paper fiber and plastic polypropylene with maleic anhydride (1 % and 2 %) as compatibilizer and benzoyl peroxide (15 %) as initiator (modified). The purpose of this research were to evaluate the quality of the physical properties of modified FPC board, identification kinds of marine borer, and the durability against marine borer. The physical properties was based on JIS A 5905-2003 and JIS A 5908-2003. The durability of modified FPC board against marine borer was based on SNI 01-7207-2006. The Modified FPC board was soaking in the sea of Port Belawan, Medan for six months.

The results showed the physical properties of modified FPC board were full fill the standard JIS A 5905-2003 and JIS A 5908-2003. The durability of modified FPC board against marine borer according SNI 01-7207-2006 was classified into very durable and durable. The marine organism which found on modified FPC board were 17 specieses but only 2 specieses classified as marine borers, there are *Limnoria sp* and *Teredo sp*. After the split test was known that the pattern of attacks on the modified FPC board is *Martesia striata's* attack patterns of *pholadidae*.

Keywords: FPC, Marine Borer, Modified, Physical Properties, Sea Of Port Belawan

PENDAHULUAN

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan perusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra-dan antarmoda transportasi (Peraturan Pemerintah No 61, 2009). Konstruksi-konstruksi di pelabuhan biasanya menggunakan kayu sebagai bahan dasarnya, seperti pembuatan tiang-tiang dermaga dan jembatan. Selain itu, kapal yang menjadi sarana angkutan bagi para nelayan juga masih menggunakan kayu.

Selama ini penggunaan kayu untuk konstruksi-konstruksi pelabuhan tertuju kepada jenis-jenis kayu berkualitas baik dengan tingkat kekuatan dan keawetan yang tinggi, seperti Ulin (*Eusideroxylon zwagerii*), Kapur (*Dryobalanops lanceolata*), Bangkirai (*Shorea laevifolia*), Bungur (*Langerstroemia speciosa*), dan Meranti Merah (*Shorea acuminata*). Namun, ketersediaan kayu berkualitas baik tersebut saat ini semakin berkurang. Maka untuk mengantisipasi hal tersebut, dilakukan banyak penelitian untuk membuat berbagai macam papan alternatif, salah satunya mengenai *Fiber Plastic Composite* (FPC). FPC merupakan papan buatan yang terbuat dari kombinasi serat (bahan berlignoselulosa) dengan plastik termoplastis sebagai matriks perekatnya.

Dewasa ini penggunaan kardus sebagai kemasan barang sangat populer, karena kardus dapat memuat banyak barang dan relatif lebih ringan. Namun,

hal ini tentu menimbulkan masalah baru yaitu limbahnya. Di lain pihak, polipropilena juga sering digunakan sebagai kemasan berbagai jenis produk, peralatan rumah tangga, mebel hingga bahan bangunan dan automotif. Hal ini mengakibatkan banyaknya limbah polipropilena yang sukar terdekomposisi dan akhirnya menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu upaya untuk menangani masalah ini adalah menjadikan limbah kardus dan limbah polipropilena sebagai bahan baku dalam pembuatan papan FPC.

Masalah yang selalu dihadapi dalam pembuatan papan FPC adalah kurang kompaknya ikatan antara serat yang bersifat hidrofilik dengan plastik yang bersifat hidrofobik. Upaya untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan zat aditif yang berfungsi untuk meningkatkan kekompakan antara kedua bahan dasar tersebut, seperti maleat anhidrida (MAH). Penambahan MAH dapat dikombinasikan dengan benzoyl peroksida (BPO) yang berfungsi sebagai inisiatornya.

Selama ini penelitian tentang papan FPC terbatas pada pengujian sifat fisis dan mekanisnya saja, sedangkan pengujiannya terhadap serangan organisme perusak kayu seperti jamur, rayap, dan *marine borer* masih jarang dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur sifat fisis, persentase kehilangan berat, intensitas serangan *marine borer*, dan mengidentifikasi jenis-jenis *marine borer* yang menyerang dan pola penyerangan terhadap papan FPC yang terbuat dari serat kardus dan plastik polipropilena dengan penambahan zat aditif maleat anhidrida (MAH) dan benzoyl peroksida (BPO).

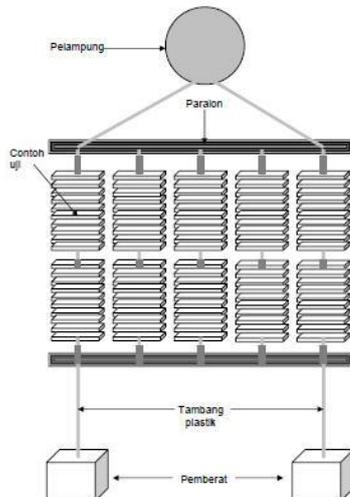
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, dan Perairan/ areal PT (Persero) Pelabuhan Indonesia I Cabang Belawan, Medan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaliper, mikrometer sekrup, timbangan, oven, desikator, pipa paralon, bor listrik, pemberat, pelampung (jirigen 10 Liter), *camera digital*, botol kocok, alat pengguncang, pH meter dan hand refractometer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh uji FPC berukuran 10 x 5 x 1 cm dengan komposisi bahan baku polipropilena:serat kardus (50:50, 60:40 dan 70:30), persentase MAH (1 % dan 2 %) dan BPO (15 % dari berat MAH).

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

Penyusunan Contoh Uji

Penyusunan contoh uji untuk pengamatan terhadap serangan *marine borer* mengacu kepada SNI 01-7207-2006. Pola penyusunan contoh uji papan FPC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Penyusunan Contoh Uji Papan FPC Terhadap *Marine Borer*

Perendaman Contoh Uji di Laut

Contoh uji direndam di dalam laut selama 6 bulan dan pengamatan contoh uji dilakukan setiap 2 minggu sekali. Kedalaman perendaman contoh uji adalah 2 meter dibawah permukaan laut. Parameter pengamatan adalah jenis-jenis *marine borer* yang menyerang contoh uji, pola penyerangannya, perubahan warna, pengikisan contoh uji, pengujian kadar garam air laut (salinitas) dan pengujian pH contoh uji.

Proses identifikasi jenis dilakukan dengan cara mengamati secara visual dan mencatat keseluruhan ciri fisik organisme laut yang menyerang papan FPC dan pola penyerangannya. Selanjutnya data tersebut akan dibandingkan dengan data yang diperoleh pada beberapa buku identifikasi. Identifikasi juga dilakukan dengan bantuan beberapa jurnal ilmiah dan situs-situs internet tentang organisme laut atau organisme penggerek laut (*marine borer*).

Pengujian Kualitas Papan

Pengujian sifat fisis dilaksanakan berdasarkan JIS (*Japanese Industrial Standard*) A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908-2003 *particleboards type 13*. Parameter kualitas papan yang diuji adalah kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, dan daya serap air. Pengujian persentase penurunan berat dan persentase intensitas serangan *marine borer* terhadap papan FPC berdasarkan pada SNI 01-7207-2006.

Analisis Data

Analisis data menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial, dengan dua faktor yaitu faktor A adalah perlakuan komposisi bahan baku (polipropilena (PP): serat kardus (SK) terdiri dari 3 taraf yaitu 50 : 50 ; 60 : 40 dan 70 : 30. Faktor B adalah persentase zat aditif MAH terdiri dari 2 taraf yaitu 1% dan 2%. Analisis sidik ragam berupa uji F pada tingkat kepercayaan 95% digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon dan uji analisis DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk mengetahui perlakuan yang berpengaruh nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Warna dan Pengikisan papan FPC

Hasil pengamatan visual menyatakan bahwa tidak terjadi perubahan warna dan pengikisan pada papan FPC (Gambar 2). Ketahanan papan FPC terhadap perubahan warna dan pengikisan dikarenakan tidak adanya pengaruh penyinaran matahari secara langsung terhadap papan FPC selama perendaman. Hal ini dikarenakan sinar matahari akan terdispersi terlebih dahulu oleh air laut sebelum mengenai papan FPC. Selain itu adanya partikel-partikel lumpur pada air laut juga melindungi papan FPC dari penyinaran matahari secara langsung. Perbandingan papan FPC sebelum dan sesudah perendaman ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Papan FPC A10 Sebelum Perendaman (a) dan Setelah Perendaman (b) di Perairan Belawan

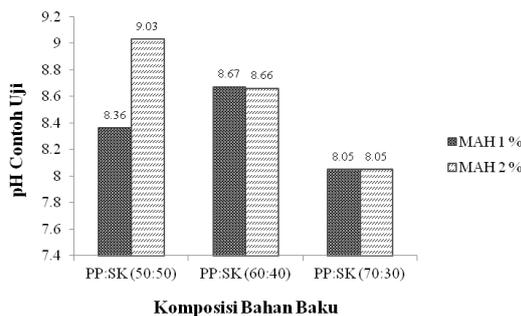
Sudiyani *et al.*, (2003) menyatakan bahwa penggunaan kayu atau *wood-based material* untuk aplikasi *outdoor*, akan menyebabkan perubahan warna. Kerusakan ini disebabkan oleh pengaruh kombinasi dari sinar matahari, curah hujan, oksigen dan organisme seperti jamur. Penyinaran matahari yang mengandung

UV adalah faktor dominan yang menyebabkan *depolimerisasi* lignin dalam dinding sel yang kemudian hilang/tercuci oleh hujan. Selain itu, Subowo dan Satoto (1993) menyatakan bahwa proses pelapukan oleh cuaca dimulai dengan proses foto kimia oleh UV dari matahari yang dapat terjadi pada polimer. Dengan adanya oksigen di atmosfer, proses foto kimia berlanjut dengan proses oksidasi yang kemudian disebut proses fotooksidasi. Proses fotooksidasi dapat menyebabkan rantai molekul polimer terdegradasi dan mengakibatkan kerusakan. Perubahan sifat yang mungkin terjadi adalah memudarnya warna menjadi buram, erosi, retak-retak halus, dan penurunan kekuatan tarik.

pH Contoh Uji Papan FPC

Air laut mempengaruhi pH papan FPC menjadi lebih basa. Serat kardus papan FPC berasal dari serat kayu yang umumnya bersifat asam. Fengel dan Wegener (1984) menyatakan bahwa berdasarkan kajian penelitian mengenai sifat keasaman dari kayu yang berasal dari wilayah subtropis dan tropis, menunjukkan hasil bahwasanya sebagian besar kayu bersifat asam. Farmer (1967) menyatakan kayu bersifat asam disebabkan oleh adanya asam-asam yang terdapat pada jaringan kayu seperti asam asetat, asam format, asam gallat, asam ellagat dan asam lemak. Serat kardus yang bersifat asam akan menyerap air laut, sehingga pHnya menjadi basa.

Nilai pH papan FPC berkisar 8,05-9,03. Nilai pH diatas 7 ini, menyatakan bahwa papan FPC yang diuji bersifat basa. Asdak (2007) menyatakan bahwa pH pada daerah basa adalah $pH > 7$. Variasi nilai pH papan FPC ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Nilai pH Papan FPC

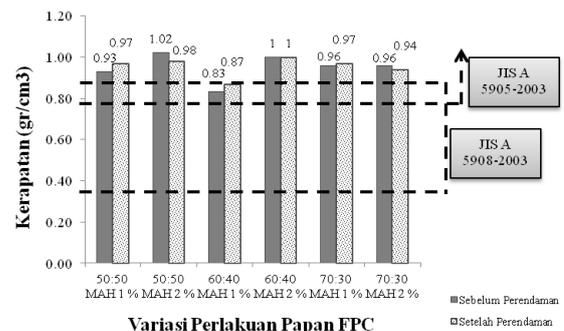
Penurunan nilai pH jelas terlihat pada semua komposisi bahan baku dengan 2 % MAH. Pada Gambar 3, terlihat jelas bahwa semakin banyak jumlah serat kardus maka semakin tinggi nilai pHnya, sebaliknya semakin sedikit jumlah serat kardus maka semakin rendah nilai pHnya. Semakin banyak jumlah serat kardus, maka kemampuannya untuk menyerap air laut semakin besar, hal inilah yang menyebabkan tingginya nilai pH papan FPC. Namun, pada perlakuan papan FPC 1 % MAH, nilai pH pada komposisi 60:40 lebih besar dibandingkan 50:50. Hal ini dikarenakan ikatan antara plastik polipropilena dan serat kardus pada papan FPC 60:40 1 % MAH kurang kompak, sehingga serat kardus

lebih mudah menyerap air dan nilai pHnya meningkat pula.

Sifat Fisis Papan FPC

Kerapatan

Kerapatan papan FPC berkisar antara 0,83-1,02 g/cm³ (sebelum perendaman) dan 0,87-1,00 g/cm³ (setelah perendaman). Kerapatan tertinggi sebelum perendaman adalah pada papan FPC 50:50 2 % MAH sedangkan yang terendah pada papan FPC 60:40 1 % MAH. Kerapatan tertinggi setelah perendaman adalah pada papan FPC 60:40 2 % MAH sedangkan yang terendah adalah pada papan FPC 60:40 1 % MAH. Grafik rata-rata kerapatan papan FPC ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Kerapatan (g/cm³) Papan FPC Sebelum dan Setelah Perendaman

Secara keseluruhan nilai kerapatan papan FPC setelah perendaman mengalami peningkatan, kecuali pada papan FPC 50:50 2 % MAH dan 70:30 2 % MAH. Meningkatnya nilai kerapatan papan FPC, dikarenakan sifat higroskopis serat kardus. Sifat higroskopis inilah yang menyebabkan terjadinya penambahan dimensi pada papan FPC, sehingga meningkatkan nilai kerapatannya. Selain itu, penambahan berat papan FPC dikarenakan adanya pengendapan kadar garam air laut Belawan pada papan.

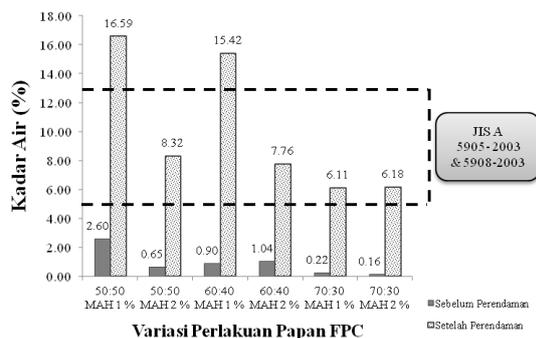
Nilai kerapatan papan FPC sebelum maupun setelah perendaman, telah memenuhi kriteria *Japanese Industrial Standard* (JIS) A 5905-2003. Namun, jika dibandingkan dengan standar JIS 5908-2003 hanya papan FPC dengan 60:40 1 % MAH yang memenuhi kriteria. Rendahnya kerapatan papan FPC 60:40 1 % MAH, dikarenakan kurang kompaknya ikatan antara plastik polipropilena dengan serat kardus, sehingga terdapat banyak rongga (ruang kosong) pada papan tersebut, dan mengurangi berat papan sehingga nilai kerapatannya menjadi rendah.

Berdasarkan hasil uji sidik ragam pada taraf keyakinan 95 %, faktor persentase MAH dan faktor interaksi komposisi bahan baku dengan persentase MAH berpengaruh nyata terhadap nilai kerapatan papan FPC sebelum perendaman. Selanjutnya hasil uji lanjut DMRT 5 % menyatakan bahwa kedua taraf persentase MAH saling berbeda nyata pengaruhnya terhadap nilai kerapatan papan FPC sebelum perendaman dan faktor interaksi 60:40 1 % MAH berbeda nyata dengan faktor

interaksi lainnya. Namun, untuk nilai kerapatan setelah perendaman hanya faktor interaksi komposisi bahan baku dengan persentase MAH yang berpengaruh nyata. Uji lanjut DMRT 5 % menyatakan bahwa faktor interaksi 60:40 2 % MAH berbeda nyata dengan faktor interaksi 60:40 1 % MAH, namun tidak berbeda nyata dengan faktor interaksi lainnya.

Kadar Air

Kadar air sebelum perendaman berkisar antara 0,16-2,6 %, sedangkan kadar air setelah perendaman berkisar antara 6,11-16,59 %. Kadar air tertinggi sebelum perendaman terdapat pada papan FPC 50:50 1 % MAH dan kadar air terendah pada papan FPC 70:30 2 % MAH, sedangkan kadar air tertinggi setelah perendaman terdapat pada papan FPC 50:50 1 % MAH dan yang terendah pada papan FPC 70:30 1 % MAH. Data rata-rata kadar air papan FPC dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Rata-Rata Persentase Kadar Air Papan FPC Sebelum dan Setelah Perendaman

Secara keseluruhan kadar air papan FPC berkurang dengan adanya penambahan persentase MAH, kecuali pada papan FPC 70:30 2 % MAH setelah perendaman. Berkurangnya kadar air disebabkan oleh peran MAH yang dapat meningkatkan ikatan antar muka antara serat kardus dan polipropilena sehingga papan FPC lebih stabil dan tidak mudah menyerap air. Hull (1992) menyatakan bahwa untuk kerja dan stabilitas dari bahan komposit yang diperkuat oleh serat tergantung kepada suatu ikatan antar muka antara serat dan matriks. Selanjutnya Chattopadhyay (2000) menambahkan bahwa kompatibilitas plastisier dengan bahan polimer ditentukan oleh interaksi molekul polimer-plastisier, bahan aditif, tekanan, suhu, kelembaban dan cahaya.

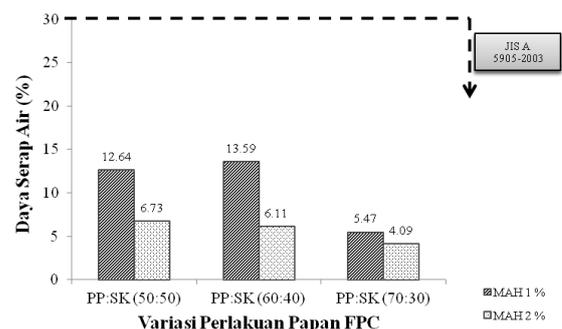
Persentase kadar air papan FPC setelah perendaman mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa papan FPC cenderung menyerap air. Serat kardus merupakan pengisi alami yang mengandung selulosa. Selulosa inilah yang mampu berikatan dengan air. Hal ini sesuai dengan pendapat Pratama (2011) yang menyatakan bahwa persenyawaan dari selulosa bertanggungjawab terhadap proses serapan air.

Berdasarkan hasil uji sidik ragam pada taraf keyakinan 95 %, faktor komposisi bahan baku dan faktor

interaksi komposisi bahan baku dengan persentase MAH berpengaruh nyata terhadap kadar air papan FPC sebelum perendaman. Uji lanjut DMRT 5 % untuk faktor komposisi bahan baku menyatakan bahwa komposisi bahan baku 70:30 berbeda nyata dengan komposisi bahan baku 50:50, namun tidak berbeda nyata dengan komposisi bahan baku 60:40 dan faktor interaksi 50:50 1 % MAH berbeda nyata dengan faktor interaksi lainnya. Sedangkan hasil uji sidik ragam kadar air papan FPC setelah perendaman, menyatakan bahwa faktor komposisi bahan baku dan faktor persentase MAH serta faktor interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar air papan FPC setelah perendaman. Hasil uji DMRT 5 % menyatakan bahwa komposisi bahan baku 70:30 berbeda nyata dengan faktor komposisi bahan baku lainnya, kedua taraf persentase MAH yaitu 1 % dan 2 % saling berbeda nyata, dan faktor interaksi 50:50 1 % MAH berbeda nyata dengan faktor interaksi lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan faktor interaksi 60:40 1 % MAH. Berdasarkan hasil uji DMRT 5 % ini, diketahui bahwa faktor interaksi 70:30 1 % MAH merupakan faktor interaksi terbaik, karena memberikan nilai rataan persentase kadar air terendah.

Daya Serap Air

Persentase daya serap air papan FPC berkisar antara 5,47-13,59 % (1 % MAH), dan 4,09-6,73 % (2 % MAH). Pada penggunaan 1 % MAH, nilai daya serap air tertinggi adalah pada komposisi bahan baku 60:40 dan terendah pada komposisi 70:30. Sedangkan pada 2 % MAH, nilai daya serap air tertinggi adalah pada komposisi bahan baku 50:50 dan terendah pada komposisi bahan baku 70:30. Rata-rata persentase daya serap air ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Rata-Rata Persentase Daya Serap Air Papan FPC

Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa dengan adanya penambahan persentase MAH, terjadi pengurangan persentase daya serap air pada papan FPC. Hal ini dikarenakan MAH dapat meningkatkan ikatan adhesi antara polipropilena dan serat kardus sehingga papan lebih kompak dan serat kardus sulit menyerap air dari lingkungannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yeh Wang, *et al.*, (2003) yang menyatakan bahwa adhesi yang tinggi dalam pembuatan *Wood Polymer Composite* (WPC) dapat meminimalkan daya serap air karena semakin kompaknya ikatan antar serat

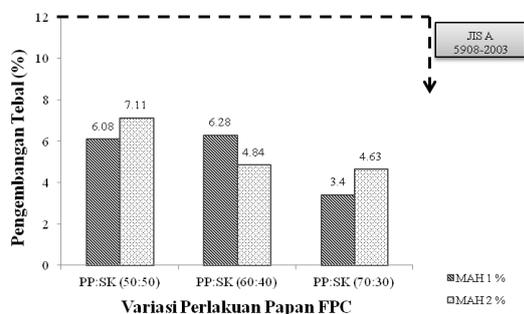
atau serbuk kayu dengan polimer. Persentase daya serap air papan FPC yang diperoleh telah memenuhi standar JIS A 5905-2003 untuk papan berkerapatan tinggi S20, karena berada dibawah nilai $\leq 30\%$.

Semakin banyaknya jumlah polipropilen dapat mengurangi kemampuannya dalam menyerap air, hal ini dikarenakan semakin banyaknya jumlah palstik yang melapisi serat kardus sehingga kemampuannya untuk menyerap air berkurang. Namun, hal ini tidak terjadi pada paan FPC 1 % MAH. Diketahui bahwa pada komposisi bahan baku 60:40 1 % MAH, nilai persentase daya serap airnya lebih tinggi dibandingkan komposisi bahan baku 50:50 1 % MAH. Hal ini dikarenakan, kurang kompaknya ikatan antara polipropilena dengan serat kardus pada papan FPC 60:40 1 % MAH. Kurang kompaknya ikatan tersebut, memudahkan serat kardus dalam menyerap air dan nilai persentase daya serap airnyapun meningkat.

Hasil uji sidik ragam pada taraf keyakinan 95 % menyatakan bahwa hanya faktor komposisi bahan baku dan faktor persentase MAH yang berpengaruh nyata terhadap daya serap air papan FPC. Hasil uji lanjut DMRT 5 % menyatakan bahwa komposisi bahan baku 70:30 berbeda nyata dengan kedua komposisi bahan baku lainnya. Sedangkan untuk faktor persentase MAH, menyatakan bahwa kedua taraf persentase MAH saling berbeda nyata pengaruhnya terhadap persentase daya serap air papan FPC.

Pengembangan Tebal

Persentase pengembangan tebal papan FPC berkisar antara 3,4-6,28 % (1 % MAH), dan 4,63-7,11 % (2 % MAH) (Tabel 5). Pada penggunaan 1 % MAH, nilai pengembangan tebal tertinggi adalah pada komposisi bahan baku 60:40 dan terendah pada komposisi 70:30. Sedangkan pada 2 % MAH, nilai daya serap air tertinggi adalah pada komposisi bahan baku 50:50 dan terendah pada komposisi bahan baku 70:30. Data rata-rata persentase pengembangan tebal dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Rata-Rata Persentase Pengembangan Tebal Papan FPC

Contoh uji papan FPC dengan pengisi serat kardus cenderung menyerap air jika kondisi lingkungannya lembab atau basah. Keberadaan selulosa yang bersifat hidrofilik akan menyebabkan terjadinya penyerapan kadar air yang kemudian berkorelasi terhadap pertambahan dimensi contoh uji. Mwaikambo

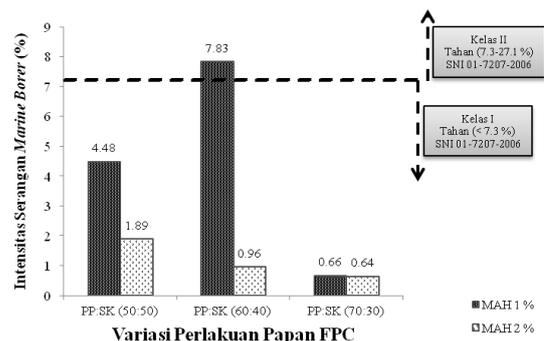
dan Ansell (1999) menyatakan bahwa kandungan air dan penyerapan kelembaban yang tinggi pada serat-serat selulosa menyebabkan pembengkakan (*swelling*) dan efek pemplastikan yang menyebabkan ketidakstabilan dimensional. Persentase pengembangan tebal contoh uji papan FPC yang diperoleh telah memenuhi standar JIS A 5908-2003 untuk papan partikel tipe 13, yaitu $\leq 12\%$.

Hasil uji sidik ragam pada taraf keyakinan 95 %, menyatakan bahwa kedua faktor tunggal yaitu komposisi bahan baku dan persentase MAH tidak berpengaruh nyata terhadap persentase pengembangan tebal papan FPC. Begitu pula dengan faktor interaksi komposisi bahan baku dengan persentase MAH tidak berpengaruh nyata terhadap persentase pengembangan tebal papan FPC.

Intesitas Serangan *Marine Borer*

Persentase intensitas serangan *marine borer* berkisar antara 0,66-7,83 % (1 % MAH) dan 0,64-1,89 % (2 % MAH) (Tabel 3.). Persentase intensitas serangan tertinggi papan FPC 1 % MAH adalah pada komposisi bahan baku 60:40, sedangkan yang terendah pada komposisi bahan baku 70:30. Pada papan FPC dengan penambahan 2 % MAH, persentase intensitas serangan *marine borer* tertinggi adalah pada komposisi bahan baku 50:50, sedangkan yang terendah pada komposisi bahan baku 70:30.

Persentase intensitas serangan *marine borer* papan FPC, berdasarkan SNI 01-7207-2006 termasuk kelas I (sangat tahan), yaitu $< 7,3\%$. Namun, papan FPC 60:40 1 % MAH termasuk kelas II (tahan), karena berada diantara 7,3-27,1 %. Grafik rata-rata persentase intensitas serangan *marine borer* papan FPC ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Rata-Rata Persentase Intensitas Serangan *Marine Borer* Papan FPC

Rendahnya intensitas serangan *marine borer* terhadap papan FPC dikarenakan papan FPC memiliki kerapatan yang cukup tinggi, yaitu sekitar 0,83-1,02 g/cm³ sehingga sulit untuk diserang *marine borer*. Muslich dan Sumami (2005) menyatakan ada kecenderungan bahwa semakin besar kerapatan kayu makin tinggi ketahanan alaminya meskipun tidak berarti akan terbebas sama sekali dari serangan organisme penggerek kayu di laut, hanya mungkin memakan waktu yang relatif lama jika dibandingkan dengan kayu yang memiliki kerapatan yang rendah. Backer (1975) menambahkan bahwa apabila ada dua pilihan jenis kayu

yang diserang, maka organisme perusak akan cenderung memilih kayu yang lebih lunak.

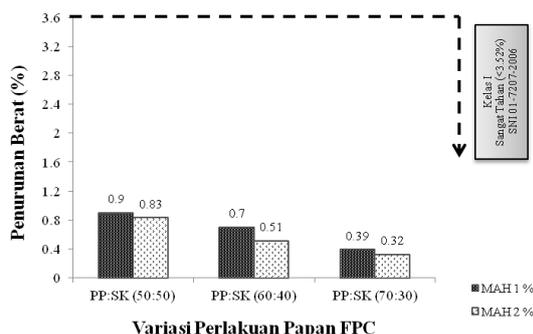
Hasil uji sidik ragam pada taraf keyakinan 95 %, menyatakan bahwa hanya faktor komposisi bahan baku dan faktor persentase MAH yang berpengaruh nyata terhadap persentase intensitas serangan *marine borer*. Selanjutnya, hasil uji DMRT 5 % menyatakan bahwa komposisi bahan baku 50:50 berbeda nyata dengan komposisi bahan baku 60:40, namun tidak berbeda nyata dengan komposisi bahan baku 70:30. Hasil uji DMRT 5 % untuk persentase MAH menyatakan bahwa, kedua taraf persentase MAH saling berbeda nyata terhadap persentase intensitas serangan *marine borer* papan FPC.

Penurunan Berat Papan FPC

Persentase penurunan berat contoh uji papan FPC berkisar antara 0,39-0,9 % (1 % MAH) dan 0,32-0,83 % (2 % MAH) (Tabel 4). Persentase penurunan berat tertinggi dengan penambahan maleat anhidrida 1 % dan 2 % adalah pada komposisi bahan baku 50:50 dan terendah pada komposisi bahan baku 70:30.

Persentase penurunan berat papan FPC terlihat menurun dengan semakin banyaknya jumlah plastik polipropilena yang digunakan dalam pembuatan papan FPC ini. Hal ini disebabkan oleh selulosa yang menjadi sumber makanan penggerek laut pada serat kardus, jumlahnya semakin sedikit dan sulit untuk diperoleh karena dilapisi oleh polipropilena. Hunt dan Garrat (1986) menyatakan binatang laut (*marine borer*) hidup dari kayu yang dicemanya dengan bantuan selulosa dan dari plankton yang banyak terdapat dalam air laut. Semakin berkurangnya jumlah serat kardus pada papan FPC, semakin kecil pula intensitas serangan *marine borer*, sehingga persentase penurunan beratnya semakin kecil pula.

Adanya penambahan persentase MAH menyebabkan penurunan persentase penurunan berat contoh uji papan FPC (Gambar 9). Hal ini dikarenakan zat aditif maleat anhidrida berfungsi meningkatkan kerapatan dan kualitas papan komposit polimer sehingga sulit diserang penggerek kayu di laut. Persentase penurunan berat contoh uji papan FPC, berdasarkan SNI 01-7207-2006 termasuk kelas I (sangat tahan), yaitu < 3,2 %. Grafik rata-rata persentase penurunan berat papan FPC ditunjukkan pada Gambar 9.



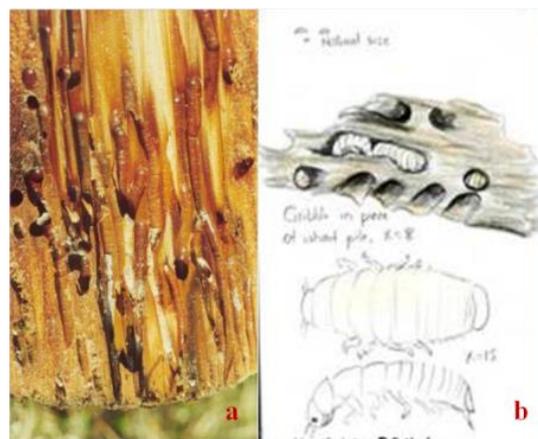
Gambar 9. Grafik Rata-Rata Persentase Penurunan Berat Papan FPC

Hasil uji sidik ragam pada taraf keyakinan 95 %, menyatakan bahwa hanya faktor komposisi bahan baku yang berpengaruh nyata terhadap persentase penurunan berat papan FPC. Uji lanjut menggunakan DMRT 5 % menyatakan bahwa komposisi bahan baku 70:30 berbeda nyata dengan komposisi bahan baku 50:50, namun tidak berbeda nyata dengan komposisi bahan baku 60:40 terhadap persentase penurunan berat papan FPC.

Jenis-Jenis Organisme Laut yang Ditemukan pada Papan FPC

Ada 17 jenis organisme laut yang ditemukan pada Papan FPC, yaitu *Balanus* sp, *Barbatia* sp, Bryozoa (belum teridentifikasi), *Coryphella* sp, *Crepidula* sp, *C. quadrasi*, *D. violecea*, *Limnoria* sp, *M. membranacea*, *M. senhousia*, *Nereis* sp, *O. dentata*, *Parasesarma* sp, *S. cucullata*, *Teredo* sp, *Tubifex* sp, dan *Urosalpinx* sp. Namun, dari keseluruhan jenis organisme laut yang ditemukan, hanya 2 jenis yang berperan sebagai *marine borer*, yaitu *Teredo* sp. dan *Limnoria* sp.

Teredo sp. memiliki pola serangan yang disebut *shipworm*, yaitu pola serangan sejajar bagian melintang kayu (longitudinal). Sedangkan *Limnoria* sp. memiliki pola serangan yang disebut *gribble*, yaitu pola serangan tegak lurus bagian melintang kayu (radial dan tangensial). Pola serangan kedua *marine borer* ini ditunjukkan pada Gambar 10.



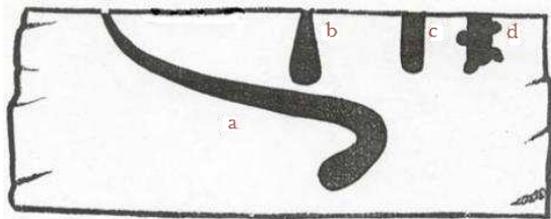
Gambar 10. Perbedaan Pola Serangan; (a) *Teredo* sp (Didziulis, 2009) dan (b) *Limnoria* sp. (Batham, 1951)

Setelah papan FPC dibelah tidak ditemukan pola serangan *Teredo* sp. maupun *limnoria* sp. Pola serangan pada papan FPC merupakan pola serangan dari *Martesia striata* dari family pholadidae. Pola serangan pada papan FPC yang dibelah ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Pola Serangan *Martesias striata*

Morrel, et. al, (1984) menyatakan bahwa pholad hanya menggali pada bagian permukaan, dengan bentuk seperti "buah pir". Salah satu jenis pholad adalah *Martesias striata*. *Martesias striata* dapat dikenali dari struktur cangkangnya yang berwarna putih dan menyerupai kerang. Panjang dan diameter lubang gerejanya bergantung kepada ukuran cangkangnya. Pholadidae cenderung menyerang kayu hanya untuk tempat tinggal mereka, sehingga sebahagian besar kayu diserang oleh pholadidae. Matta dan Siribian (1972) menyatakan bahwa di laut populasi pholadidae tinggi, semua jenis kayu yang tahan terhadap serangan teredinidae umumnya tidak tahan terhadap serangan pholadidae. Perbedaan masing-masing pola serangan *marine borer* ditunjukkan pada Gambar 12.

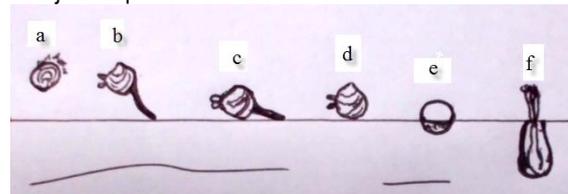


Gambar 12. Macam-Macam Pola Serangan *Marine Borer*; (a) Shipworms; (b) Pholad; (c) Pill bugs; (d) Pill bugs with juveniles (Santhakumaran, 2000)

Pola serangan *marine borer* terlihat berbeda pada Gambar 12. Pola serangan pada papan FPC yang dibelah serupa dengan pola serangan pada Gambar 12 (b), yaitu pola serangan pholad. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *marine borer* yang menyerang dan merusak papan FPC adalah jenis dari family pholadidae, yaitu *Martesias striata*. Matta dan Siribian (1972) menyatakan bahwa di laut populasi pholadidae tinggi, semua jenis kayu yang tahan terhadap serangan teredinidae umumnya tidak tahan terhadap serangan pholadidae.

Martesias striata mulai menyerang papan FPC pada tahap larva. Larva yang terbawa oleh air akan mencari substrat yang sesuai untuk perkembangannya. Proses metamorfosis larva dimulai dari perkembangan larva trochopore menjadi larva veliger. Larva veliger tersebut mengeluarkan kakinya yang kemudian menempel dan cangkang veligernya menekan permukaan papan FPC, lama-kelamaan papan FPC akan terkikis dan memberikan celah (lubang kecil) untuk larva masuk ke dalam papan FPC. Larva veliger

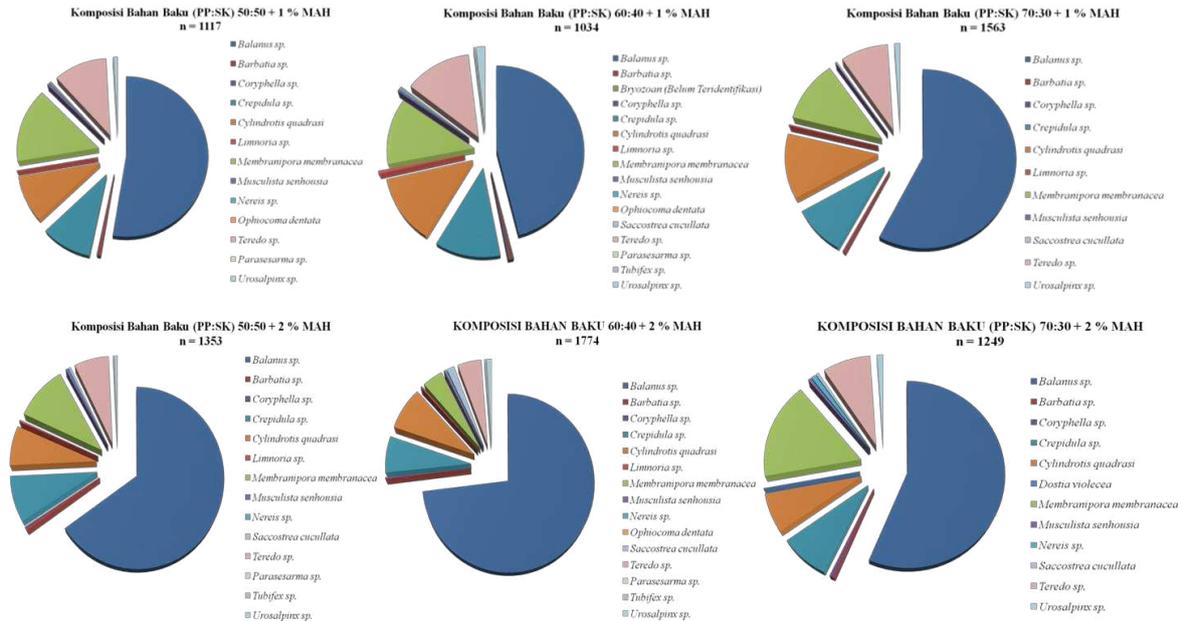
kemudian berkembang menjadi kerang dewasa. Selama perkembangannya, kerang ini terus menggali papan hingga mencapai ukuran maksimal tubuhnya. Ilustrasi tahapan penyerangan *Martesias striata* pada papan FPC ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Tahapan Penyerangan *Martesias striata* Pada Papan FPC; (a) Larva terbawa oleh air; (b) Larva mengeluarkan kaki untuk menempel pada papan FPC; (c) Larva menempel pada papan FPC; (d) Kaki dimasukkan kembali ke dalam cangkang; (e) Tahap pengikisan dan pembuatan lubang pada papan FPC; dan (f) Larva berkembang hingga dewasa dan menggali papan FPC sampai ukuran maksimum tubuhnya.

Ansell dan Nair (1989) menyatakan bahwa mekanisme pengeboran oleh *Martesias striata* dimulai dari penempelan ujung cangkang pada permukaan liang. Permukaan cangkang yang tajam menyebabkan terabrasinya dinding liang. Gerakan pada cangkang berasal dari otot aduktornya. Gerakan pengeboran liang (lubang) dilakukan berlawanan dan searah jarum jam mengikuti kontraksi otot. Pada saat yang sama sifon ditarik dan kembali memanjang, bahan hasil abrasi dikumpulkan dalam rongga mantel yang kemudian akan dikeluarkan sebagai pseudofeces. Tidak ditemukannya *Martesias striata* pada setiap pengamatan, disebabkan karena mekanisme penyerangannya dimulai pada tahap larva. Ukuran cangkang larva yang sangat kecil yaitu $\pm 235,7 \mu\text{m}$ pada bagian panjang, tinggi $236,2 \mu\text{m}$ dan lebar $178,4 \mu\text{m}$ (Boyle dan Turner, 1976), menyebabkan larva ini sulit terdeteksi pada saat dilakukan pengamatan. Keberadaan partikel-partikel lumpur pada air laut juga menyebabkan tidak ditemukannya larva kerang ini.

Pengamatan pada papan FPC menyatakan bahwa *Balanus* sp. merupakan organisme laut dengan jumlah individu terbanyak yang ditemukan pada semua papan FPC (Gambar 14). Jumlah jenis organisme laut terbanyak diperoleh pada papan FPC 60:40 1 % MAH, yaitu sebesar 16 jenis. Sedangkan jumlah jenis paling sedikit diperoleh pada papan FPC 70:30 1 % MAH. Hal ini dikarenakan pada papan FPC 60:40 1 % MAH terdapat banyak rongga (lubang) sehingga disukai organisme laut dan dijadikan sebagai tempatnya berlindungnya dari gerakan pasang surut air laut. Sedangkan papan FPC 70:30 1 % MAH bersifat keras, papan yang keras ini menyulitkan beberapa organisme penempel seperti *Tubifex* sp., *D. violecea*, *O. dentate* dan *Coryphella* sp. yang umumnya menyukai substrat yang lebih lunak seperti endapan lumpur. Jumlah jenis organisme laut yang ditemukan pada masing-masing papan FPC ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Perbandingan Jumlah Jenis Organisme Laut pada Masing-Masing Papan FPC

Jumlah individu masing-masing jenis organisme laut yang ditemukan pada papan FPC, terlihat berbeda setiap minggunya. Jumlah individu terbanyak diperoleh pada jenis *Balanus* sp. yaitu sebesar 4853 individu. *Balanus* sp. mulai menginvasi papan FPC di minggu pengamatan VII, dan terus bertambah jumlahnya hingga minggu XI hal ini dikarenakan *Balanus* sp. mampu mengeluarkan suatu senyawa yaitu *arthropodine*, yang berfungsi mengundang teritip lainnya untuk berkumpul hingga terjadi penumpukan (Boesono, 2008). Selain itu, teritip (*Balanus* sp.) memiliki

kemampuan reproduksi yang tinggi, meskipun kondisi lingkungannya ekstrim, teritip mampu bertahan dan pulih dalam waktu yang singkat (BZ, 2008). Kemampuan bertahan *Balanus* sp. juga terlihat pada Tabel 5, meskipun jumlahnya menurun pada minggu XII menjadi 416 individu, terjadi peningkatan kembali di minggu XIII menjadi 593. Penurunan jumlah individu *Balanus* sp. di minggu XI dimangsa oleh predator utamanya yaitu *Urosalpinx* sp., sehingga banyak yang mati. Jumlah individu masing-masing jenis organisme laut yang ditemukan pada papan FPC ditunjukkan pada Tabel 1.

No	Jenis Organisme Laut	Jumlah Individu/minggu pengamatan													Total
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	
1	<i>Balanus</i> sp.							64	132	767	900	1981	416	593	4853
2	<i>Barbatia</i> sp.									3	1	5	2	10	21
3	Bryozoa (Belum Teridentifikasi)													1	1
4	<i>Coryphella</i> sp.		3	1	5		1	7	1	2	1			1	22
5	<i>Crepidula</i> sp.	14	29	22	16	5	7	146	134	91	87	65	46	35	697
6	<i>Cylindrotis quadrasi</i>	39	58	63	26	222	232	27	8	2	2	4	39	22	744
7	<i>Dostia violecea</i>		1												1
8	<i>Limnoria</i> sp.		3		2	1	4	2		1	1	2	1	2	19
9	<i>Membranipora membranacea</i>			33	61	59	96	192	216	75	15	69	48	27	891
10	<i>Musculista senhousia</i>			5	1			1	3			2	11		23
11	<i>Nereis</i> sp.			1	1	1	4	1			6	1	6	1	22
12	<i>Ophiocoma dentata</i>									1		1	1	3	
13	<i>Parasesarma</i> sp.				1	1		2					1	5	
14	<i>Saccostrea cucullata</i>							17	8			11	3	2	41
15	<i>Teredo</i> sp.		168	115	153	72	18	23	25	17	44	24	1	1	661
16	<i>Tubifex</i> sp.				1	1								3	5
17	<i>Urosalpinx</i> sp.		2					2	3	4	14	11	29	16	81
	Total														8090

Tabel 1. Jumlah Individu Masing-Masing Organisme Laut yang Ditemukan Pada Papan FPC Per Minggu Pengamatan

Parasesarma sp, *Tubifex* sp, *Ophiocoma dentata* dan *Dostia violecea* merupakan beberapa organisme laut dengan jumlah individu paling sedikit yang ditemukan pada papan FPC, yaitu 5, 5, 3, dan 1 individu. Ke empat jenis organisme laut tersebut

merupakan jenis yang biasa hidup pada daerah berlumpur di hutan mangrove dan umumnya jumlah mereka sedikit di alam. Sari (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa family sesarimidae memiliki komposisi jenis sebesar 2 %. Ada dua spesies yang

ditemukan dari famili sesamidae yaitu *Parasesarma* sp. dan *Perisesarma* sp.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sifat fisis papan FPC telah memenuhi JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908 (2003) *particleboards type 13* kecuali pada nilai kadar air papan FPC 50:50 1 % MAH dan 60:40 1 % MAH setelah perendaman. Berdasarkan SNI 01-7207-2006, ketahanan papan FPC terhadap intensitas serangan *marine borer* diklasifikasikan kedalam kelas I yaitu sangat tahan. Sedangkan ketahanannya terhadap pengurangan berat, diklasifikasikan kedalam kelas I dan kelas II yaitu sangat tahan dan tahan. Ditemukan 17 jenis organisme laut pada papan FPC, namun yang berperan sebagai penggerek laut hanya 2 jenis yaitu *Teredo* sp. dan *Limnoria* sp. dan setelah uji belah pola serangan pada papan FPC merupakan pola serangan *Martesia striata* dari family pholadidae.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat tingkat ketahanan papan FPC pada variasi perlakuan lainnya dan pengaruh perendaman air laut terhadap sifat mekanisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansell dan Nair, 1969. The mechanisms of boring in *martesia striata* linne (bivalvia:pholadidae) and xylophaga dorsalis turton (bivalvia:xylophaginidae). *Proceedings of The Royal Society. Proc. Roy. Soc. Lond. B.* 174, 123-133.
- Backer, G. 1975. Termites and fungi. Organismen Und Holz International Symposium, August 2-5, 1975. Berlin Dahlem, Jerman.
- Batham. E. J. 1951. Biological records of organisms found during field excursions. New Zealand.
- Boesono. H. 2008. Pengaruh lama perendaman terhadap organisme penempel dan modulus elastisitas pada kayu. *Jurnal Ilmu Kelautan Vol. 13 (3) :177 –180.*
- Boyle P. J. dan R. D. Turner. 1976. The Larval Development of The Wood Boring Piddock *Martesia striata* (L.) (Mollusca:Bivalvia:Pholadidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Volume 22, 55-68.*
- Chattopadhyay. S. 2000. Compatibility Studies on Solution Of Polymer Blends by Viscometric and Phase-separation Technique, *J. Appl. Polym. Sci., 77, 880-889.*
- Didziulis, V. 2011. *Invasive Alien Fact Sheet.* Coastal Research and Planning Institute. Klaipeda University. Lithuania
- Farmer RH. 1967. Chemistry in the wood utilization. Pergamon Press.
- Fengel D dan Wegener G. 1989. Wood: chemistry, ultrastructure, reaction. walter de gruyter. Berlin
- Hull, D.,1992. *An Introduction to Composite Materials,* Cambridg University Press, London.
- Hunt, G. M, dan Garrat. 1986. Pengawetan Kayu. Terjemahan Jusuf, M. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Akademika Pressindo.
- Japanese Standard Association. 2003. Japanese Industrial Standard A 5905 for hardboard S20. Japanese Standard Association, Jepang.
- Japanese Standard Association. 2003. Japanese Industrial Standard A 5908 for particleboard type 13. Japanese Standard Association, Jepang.
- Matta, P. G. dan F. R. Siribian. 1972. Resistance of wood to marine borers. Technical Note, NO. 171. FORPRIDECOME, College, Laguna 3720. Philippines.
- Morrel, J.J , G.G. Helsing. dan R.D. Graham. 1984. *Marine Wood Maintenance Manual: A Guide for Proper use of Douglas-fir in Marine Exposures.* Buletin. OSU. Oregon.
- Muslich, M dan G. Sumarni. 2005. Keawetan 200 jenis kayu indonesia terhadap penggerek di laut. Vol 22, No 3, Halaman 163-176. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Bogor.Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor. Bogor.
- Mwaikambo, L. Y., dan Ansell, m. P., 1999. The effect of chemical treatment on the properties of hemp, sisal, jute and kapok fibres for composite reinforcement, 2nd Internatioanal Wood and Natural Fibre Composite Symposium, Kassel-Germany.
- Pratama, Yuda I G., 2011, Studi kopolimer grafting asam akrilat (aa) pada polietilen (pe) dengan inisiator h2o2/fe2+: sebagai penukar kation, Skripsi, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana
- Santhakumaran. L. N. 2000. Wood borers. Institute of Wood Science and Technology. Bangalore
- Sari, S. 2004. Struktur komunitas Kepiting (*Brachyura*) di Habitat Mangrove Pantai Ulee Lheu, Banda Aceh, NAD. Skripsi. IPB, Bogor
- Sianturi, E. J. 2011. Kualitas fiber-plastic composite dengan penambahan maleic anhydride (MAH) dan benzozil peroxide (BPO). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Standar Nasional Indonesia. 2006. Uji Ketahanan Kayu dan Produk Kayu Terhadap Organisme Perusak Kayu 01 – 7207. Badan Standardisasi Nasional Indonesia
- Subowo W.S, Satoto R. 1993. Pengkajian pelapukan polimer oleh cuaca. *Prossiding Seminar Ilmiah Hasil-Hasil Penelitian dan Pengembangan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan-LIPI.* Bandung. 1993/1994, pp 1-36
- Sudiyani Y, Imamura Y, Doi S, dan Ymauchi S, 2003. Infrared spectroscopic investigations of weathering *Effects on The Surface of Tropical Wood. Journal Wood Science (2003) 49:86-92*
- Yeh Wang, et. al. 2003. Utilization of agrowastes for building materials, International Research and Development Cooperation Division. AIST. MITI. Japan

