

KETAHANAN FIBER-PLASTIC COMPOSITE DENGAN PENAMBAHAN MALEAT ANHIRIDA (MAH) SEBAGAI COMPABILIZER DAN BENZOIL PEROKSIDA (BPO) SEBAGAI INISIATOR TERHADAP SERANGAN RAYAP TANAH

(*The Durability of Fiber-Plastic Composite with Maleic Anhydride (MAH) as Compabilizer and Benzoyl Peroxide (BPO) as Initiator toward Termites Attack*)

Pandapotan Christian Purba^a, Luthfi Hakim^b, Ridwanti Batubara^b

^aProgram Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jln. Tri Dharma Ujung No 1
Kampus USU Medan 20155

(*Penulis Korespondensi: E-mail: pandapotanchristian@yahoo.com)

^bStaf Pengajar Program Studi Kehutanan Universitas Sumatera Utara

Abstract

The use of plastic fiber composite (FPC) for exterior purposes as one alternative to solid wood has a variety of power requirement one of which is resistant to termites. This study aimed to test the durability of fiber composite plastic derived from recycled corrugated old paper fibers and polypropylene (PP) with the addition of maleic anhydride (MAH) as compabilizer and benzoyl peroxide (BPO) to termite attack. This research used Completely Randomized Design (CRD) factorial, there are two factors: comparison of corrugated old paper fibers and polypropylene (PP), which consists of 50:50, 60:40 and 70:30 and additive factors maleit anhirida (MAH) 1% and 2% and the results were compared with JIS A 5905-2003 S20 hardboard and JIS A 5908-2003 particleboards type 13 for physical properties and SNI 01 7202-2006 to test the grave yard test termites. The results showed after trials testing the grave for 100 days, the physical properties of the fiber composite plastic does not entirely meet the testing standards JIS A 5905-2003 S20 hardboard and JIS A 5908-2003 particleboards type 13. To test resistance to termite attack, some fiber plastic composite that meets the ISO standard FPC 50:50 01 7202-2006 1% MAH, 1% MAH 60:40, 60:40 and 70:30 2% MAH while the remaining 2% are outside the standard. The Patterns of termite attack on FPC 50:50 70:30 2% and 1% MAH MAH resembles a circular pattern.

Keywords : corrugated old paper fiber, polypropylene, fiber plastic composite, durability against termite attack.

PENDAHULUAN

Pada era modern sekarang, kebutuhan akan kegunaan kayu semakin meningkat. Kebutuhan kayu kebanyakan diperlukan bagi kegiatan pembangunan suatu bangunan. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan manusia pun semakin meningkat dan beraneka ragam, termasuk kebutuhan terhadap kayu dan plastik. Berbagai macam produk yang terbuat dari kayu dan plastik banyak terdapat di sekitar kita, baik berupa mainan anak-anak, maupun sebagai komponen bahan bangunan. Karena sifat dan karakteristiknya yang unik, kayu merupakan bahan yang paling banyak digunakan untuk keperluan konstruksi. Dipihak lain, seiring dengan perkembangan makan kebutuhan akan plastikpun tidak terelakkan.

Salah satu jenis papan serat yang dikembangkan dewasa ini adalah jenis *fiber plastic wood composite* (FPC). FPC merupakan papan tiruan yang merupakan campuran bahan plastik dengan bahan berlignoselulosa lainnya dengan kadar tertentu. *Fiber plastic composite* (FPC) tersusun atas serat bahan berlignoselulosa yang dicampur dengan bahan plastik dengan kadar tertentu. Adapun bahan berlignoselulosa dapat digunakan serat kardus. Hal ini dikarenakan limbah kardus yang terdapat di Indonesia dapat dikatakan cukup besar. Serat kardus itu sendiri selain mudah didapatkan juga mudah diberi perlakuan jika ingin memodifikasi atau memisahkan seratnya.

Akan tetapi dalam proses pembuatan sebuah produk papan serat seperti FPC, diperlukan bahan aditif lainnya untuk proses pengikatan antar molekul serat kardus dan polypropylene. Bahan kimia yang dapat dijadikan berupa maleat anhidrida (MAH) dan benzoil peroksida (BO). Adapun fungsi dari MAH adalah sebagai coupling agent yang berfungsi untuk mengikatkan molekul polypropylene dengan serat kardus.

Meskipun demikian, FPC memiliki susunan berbahan dasar bahan berlignoselulosa. Bahan berlignoselulosa berupa papan komposit juga dapat diserang organisme perusak kayu seperti rayap dan jamur. Kondisi iklim dan tanah termasuk banyaknya ragam jenis tumbuhan di Indonesia sangat mendukung kehidupan rayap. Lebih dari 80% daratan Indonesia merupakan habitat yang baik bagi kehidupan berbagai serangga ini

Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan *Fiber Plastic Composite* yang dibuat dari serat kardus dan polipropilena dengan penambahan maleat anhidrida (MAH) sebagai coupling agent dan benzoil peroksida (BPO) sebagai katalisator terhadap serangan rayap tanah. Dari hasil pengujian kualitas (sifat fisis) tersebut menunjukkan bahwa Sifat fisis *fiber plastic composite* yang memenuhi standar JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908 (2003) *particleboard* type 13 adalah kerapatan, daya serap air dan pengembangan tebal dan uji ketahanan terhadap serangan rayap (SNI 01. 7202-2006).

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai sifat-sifat FPC terkait dengan penggunaannya untuk tujuan eksterior, antara lain melalui pengujian terhadap serangan rayap untuk mengetahui tingkat kerusakan yang terjadi pada FPC.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai bulan Desember 2012 – Maret 2013. Penelitian dilaksanakan di 2 lokasi yaitu di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Medan untuk pengujian sifat fisis contoh uji papan, di Hutan Thri Darma Universitas Sumatera Utara untuk pengujian ketahanan contoh uji papan terhadap serangan rayap tanah.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaliper, mikrometer sekrup, timbangan dengan ketelitian 0,01(sampai dua desimal dibelakang koma) , oven, desikator, cutter, camera digital, dan Program Pengolah Data SPSS versi 20.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel uji Fiber Plastic Composite (FPC) berukuran 10 x 5 x 1 cm sebanyak 36 sampel dengan komposisi perbandingan polipropilena dengan serat kardus (50:50, 60:40 dan 70:30), persentase penambahan zat aditif benzoil peroksida dan maleat anhidrida (1 % dan 2 %) sebanyak 6 ulangan, kertas lakmus, cat minyak,dan papan seng,

Prosedur Penelitian

a. Persiapan Contoh Uji

Contoh uji merupakan Fiber Plastic Composite yang dibuat dari serat kardus dan polipropilena dengan penambahan maleat anhidrida (MAH) sebagai coupling agent dan benzoil peroksida (BPO) sebagai katalisator sebanyak 36 sampel yang berukuran 10 x 5 cm x 1 cm. Sebelum ditanam, dilakukan pengovenan terhadap FPC untuk mencapai berat yang konstan yang kemudian dinyatakan sebagai W1 (berat awal).

b. Pembuatan Lubang Tanam

Lubang tanam yang akan dibuat berfungsi sebagai tempat dikuburnya sampel uji (FPC) yang berukuran 10 x 5 cm. Lokasi lubang tanam dibuat sedekat mungkin dengan sarang rayap tanah. Ukuran kedalaman lubang tanamnya adalah sedalam 8 cm.

c. Penanaman Contoh Uji

Contoh uji FPC sebanyak 36 buah di tanam pada kedalaman 8 cm di bawah permukaan tanah. Lamanya penanaman contoh uji adalah selama 100 hari. Peletakan contoh uji dilakukan secara acak (random) dan diusahakan sedekat mungkin dengan sarang rayap tanah.

d. Pengamatan

Pengamatan dilakukan sekali dalam kurun waktu penelitian yakni pada saat akhir masa kubur contoh uji (FPC) yakni 100 hari.



Gambar 1. Penanaman Contoh Uji FPC Pada Areal Uji Grave Yard Test

Pengujian Kualitas *Fiber Plastic Composite* (FPC)

Pengujian sifat fisis dilaksanakan berdasarkan standar yaitu JIS (Japanese International Standard) A 5905-2003 dan standar JIS A 5908-2003. Parameter kualitas papan FPC yang diuji adalah sifat fisis (kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, dan daya serap air).

Pengujian ketahanan papan FPC terhadap serangan rayap tanah menggunakan uji grave yard test (uji kubur) selama 100 hari. Pengujian dilakukan adalah menghitung penurunan berat papan partikel dengan menggunakan standar SNI . 7202-2006 untuk melihat tingkat serangannya.

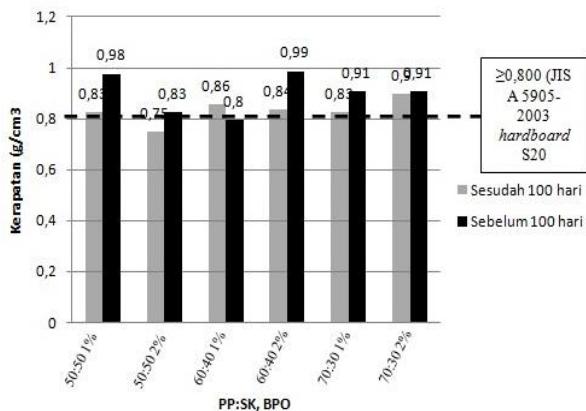
Analisis Data

Data sifat fisis dan uji ketahanan FPC terhadap serangan rayap kemudian dianalisis dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor dan enam ulangan, sehingga ada 36 satuan percobaan.Faktor pertama adalah perbandingan serat kardus dan propilen (PP) (50:50, 60:40, 70:30) dan faktor kedua adalah persentasi zat aditifbenzoil peroksida (BPO) (1% dan 2%). Hipotesis yang diuji adalah H_0 : interaksi antara perbandingan serat kardus dan propilen (PP) dengan zat aditif BPO tidak berpengaruh terhadap serangan dan pola pembentukan serangan rayapApabila taraf perlakuan berpengaruh nyata maka pengujian dilanjutkan dengan menggunakan Uji Wilayah Berganda (*Duncan Multi Range Test*) dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis Papan Partikel Kerapatan

Hasil rata-rata kerapatan papan partikel disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik rata-rata kerapatan FPC

Berdasarkan grafik rata-rata kerapatan FPC pada Gambar 2 di atas diketahui bahwa terdapat penurunan nilai kerapatan setelah masa pengujian FPC selama 100 hari dengan metode grave yard test. Penurunan tingkat kerapatan terjadi pada seluruh sampel uji kecuali pada sampel uji dengan perlakuan 60:40 1% MAH. Berdasarkan standar uji yang digunakan yakni JIS A 5905-2003 hardboard S20, contoh uji yang memenuhi standar tersebut adalah contoh uji dengan perlakuan 50:50 1% MAH, 60:40 1% MAH, 60:40 2% MAH, 70:30 1% MAH dan 70:30 2% MAH. Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 2 menyatakan bahwa kerapatan yang diperoleh perlakuan FPC 60:40 1% MAH mengalami kenaikan dibandingkan dengan kerapatan FPC tersebut sebelum grave yard test. Hal ini diduga memiliki kaitan dengan faktor tingginya daya serap air pada perlakuan FPC 60:40 1% (berdasarkan Gambar 4 sebesar 3,43%) dibandingkan dengan contoh uji FPC lainnya. Tingginya kemampuan FPC 60:40 1% MAH menyerap air menyebabkan air tersimpan pada gugus penyusun FPC tersebut selama proses pengujian yang berdampak pada bertambahnya massa dari papan FPC tersebut. Pengaruh peningkatan massa pada FPC dengan perlakuan 60:40 1% MAH juga diduga akibat pengaruh kenaikan kadar air sebesar 3,81% sesudah pengujian serangan rayap adalah lebih tinggi dibandingkan sebelum pengujian.

Nilai rata-rata kerapatan yang diperoleh pada FPC termodifikasi (diberi perlakuan PP:SK (50:50, 60:40, 70:30) dan MAH (1% dan 2%) setelah 100 hari pengujian grave yard test berkisar antara 0,75 s.d 0,9 g/cm³. Nilai kerapatan tertinggi adalah 0,9 g/cm³ yakni pada FPC 70:30 2% sedangkan nilai kerapatan terendah terdapat pada papan FPC 50:50 2% yakni sebesar 0,75 g/cm³. Walaupun demikian, secara keseluruhan nilai kerapatan papan FPC termodifikasi sudah memenuhi standar JIS A 5908 (2003) yang memiliki kisaran kerapatan standar yakni 0,400 s.d 0,900 g/cm³.

Adanya variasi dari besaran nilai kerapatan pada FPC termodifikasi dapat disebabkan beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut adalah komposisi PP (propilene) dan serat kardus, kekompakan serat kardus dan PP, dan kandungan konsentrasi zat aditif MAH (maleat anhirida) pada FPC. Komposisi PP dan serat kardus yang

memiliki nilai kerapatan terbaik adalah 70:30 2% yaitu 0,9 g/cm³. Kandungan PP yang cukup tinggi (70:30) terhadap serat kardus membuat kerapatan selama masa pengujian grave yard test tidak banyak berubah. Hal ini disebabkan karena keberadaan propylene yang merupakan jenis plastik yang memiliki kekerasan dan stabilitas yang cukup baik. Semakin tinggi konsentrasi PP terhadap serat kardus dapat meningkatkan kestabilan kerapatan papan FPC selama masa pengujian grave yard test. Hal ini sesuai dengan Kusnaedi (2003) polypropylene merupakan satu-satunya plastik yang mampu dikombinasikan untuk berbagai tujuan. Rigiditas, kekerasan, stabilitas dimensi, permukaan, dan melt flow lebih baik dibandingkan material termoplastik lainnya.

Berdasarkan Gambar 4 diperoleh bahwa nilai kerapatan pada papan FPC berbeda-beda dan terdapat variasi yang berbeda juga antar konsentrasi. Variasi nilai ini diduga karena ukuran serat yang digunakan tidak sama sehingga menyebabkan tidak merataanya penyebaran tiap-tiap komponen pada tahap penyatuhan PP dan serat kardus saat proses pembuatan FPC. Distribusi komponen dalam papan FPC yang tidak menyebar merata menyebabkan saat proses pengempaan. Hal ini menyebabkan selama pengujian grave yard test, kemampuan tiap-tiap FPC dalam mempertahankan stabilitas terhadap serangan rayap dan kondisi lingkungan pengujian berbeda-beda sehingga pada akhirnya meskipun volume papan FPC sama tetapi berat papan dapat menjadi berbeda.

Keberadaan zat aditif MAH pada papan FPC membuat sifat-sifat tertentu pada papan FPC menjadi baik. Berdasarkan Gambar 2, FPC yang nilai kerapatannya berada di atas standar JIS 5908 A (2008) yakni FPC 70:30 2% (0,9 g/cm³) membuktikan bahwa keberadaan zat aditif dalam konsentrasi yang lebih tinggi akan memperbaiki sifat-sifat tertentu pada papan FPC sehingga terkait dengan fluktuasi kondisi lingkungan pengujian, FPC tersebut dapat mempertahankan kerapatannya sendiri dengan baik. Hal ini sesuai dengan Yandesman (1998) bahwa pemberian bahan tambahan khusus dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu papan serat.

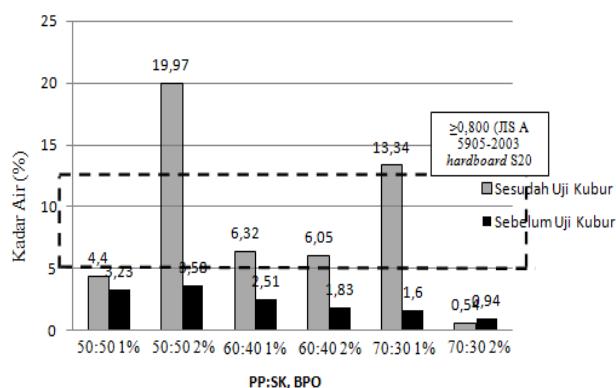
Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa FPC termodifikasi yang diuji dengan grave yard test termasuk dalam kategori papan serat keras (Hardboard/HF) berdasarkan klasifikasi papan partikel (serat) menurut FAO (1958) dan USDA (1955). Hal ini ditunjukkan pada nilai kerapatan papan FPC yang berkisar antara 0,75 s.d 0,9 g/cm³. Meskipun demikian, terdapat 1 papan FPC yang memiliki kerapatan dibawah kategori papan serat keras, yakni FPC 50:50 2% yang hanya memiliki kerapatan 0,67 g/cm³(dibawah standar FAO (1958) dan USDA (1955) yakni < 8 g/cm³), sehingga dikategorikan sebagai papan serat sedang (MDF).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam perbedaan nilai kerapatan yang diperoleh pada setiap papan FPC tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dan faktor perbandingan PP:serat kardus dan adanya zat aditif MAH (1% dan 2%) tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan FPC selama pengujian grave yard test.

Hal tersebut didukung dari hasil analisis ragam kerapatan papan serat FPC yang dilakukan bahwa faktor perbandingan PP dan serat kardus dan zat aditif tidak mempengaruhi kerapatan papan serat. Demikian juga, faktor interaksi antara perbandingan PP dan serat kardus dengan zat aditif MAH juga tidak mempengaruhi kerapatan papan serat FPC yang diuji. Hal ini karena kerapatan yang diperoleh dari pengujian grave yard test cenderung hampir sama pada setiap perlakuan.

Kadar air

Hasil penelitian rata-rata kadar air FPC termodifikasi dari disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai rata-rata kadar air FPC

Berdasarkan Gambar 3 di atas ditunjukkan bahwa terdapat perubahan rataan nilai kadar air pada seluruh sampel FPC yang diuji sebelum dan sesudah uji grave yard test selama 100 hari. Kadar air tertinggi diperoleh FPC dengan perlakuan 50:50 2% MAH dan kadar air terendah diperoleh FPC dengan perlakuan 70:30 2% MAH. Perubahan signifikan terjadi pada FPC 50:50 2% dan FPC 70:30 1%. Mengacu pada JIS A 5905-2003 hardboard S20 dan JIS A 5908-2003 particleboards type 13 disebutkan bahwa sebelum pengujian grave yard test FPC 50:50 2% dan FPC 70:30 1% masuk dalam kriteria kedua standar. Akan tetapi, setelah pengujian grave yard test kedua FPC tersebut berada diluar kedua standar pengujian yang digunakan. Hal ini diduga terjadi akibat bentuk FPC yang menunjukkan adanya aktivitas kembang susut pada papan FPC yang menyebabkan komposisi antara PP dan serat kardus yang sejak awal kurang merata menjadi tidak stabil. Ketidakmerataan penyebaran ini dapat menyebabkan lemahnya ikatan plastik PP dengan serat kardus yang akhirnya mempermudah masuknya molekul air kedalam gugus OH yang tedapat pada serat kardus yang merupakan bahan berlignoselulosa.

Berdasarkan JIS A 5905-2003 untuk hardboard dan JIS A 5908 (2003), papan yang nilai kadar airnya berada dibawah 5% adalah papan FPC 50:50 1% MAH dan 70:30 2% MAH. Variasi nilai kadar air pada masing-masing papan FPC termodifikasi itu sendiri cenderung tidak normal. Seperti terlihat pada FPC 50:50 2% MAH yang memiliki nilai kadar air dengan perbedaan yang sangat jauh dengan contoh uji lainnya. Hal ini diduga akibat kondisi dan letak papan FPC pada lokasi

pengujian grave yard test dan juga perbedaan kondisi terkait dengan keberadaan air selama masa pengujian pada masing-masing lokasi penanaman papan FPC berpengaruh terhadap perbedaan nilai kadar air pada papan FPC 50:50 2% MAH dibandingkan dengan papan FPC termodifikasi lainnya. Satu papan FPC termodifikasi lain yang memiliki nilai rata-rata kadar air yang berada diluar standar JIS A 5905-2003 adalah FPC 70:30 1% MAH dengan nilai rata-rata kadar air sebesar 13,34%.

Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat beberapa papan FPC termodifikasi yang memiliki nilai kadar air dibawah 5 %. Hal ini diduga terjadi karena molekul air sulit menembus gugusan komponen FPC yang tersusun atas plastik PP (propylene) dan serat kardus. Rendahnya kandungan serat kardus juga diduga berpengaruh terhadap penangkapan molekul air dimana serat kardus mengandung gugus selulosa yang mampu mengikat molekul air. Dan apabila keberadaan gugus selulosa tersebut sedikit maka akan sulit untuk menyerap dan mengikat molekul air ke dalam papan FPC termodifikasi.

Faktor lain yang mempengaruhi nilai kadar air pada papan FPC adalah kerapatan papan FPC. Semakin tinggi kerapatan pada papan FPC, maka kadar airnya akan semakin rendah. Beberapa FPC yang menunjukkan hal ini adalah FPC 70:30 2% dan C dan 60:40 1% dan 2% serta 50:50 1%. Hal ini ditunjukkan pada papan FPC dengan nilai kerapatan yang tinggi seperti pada Gambar 3 memiliki kadar air yang rendah seperti tampak pada Gambar 3.

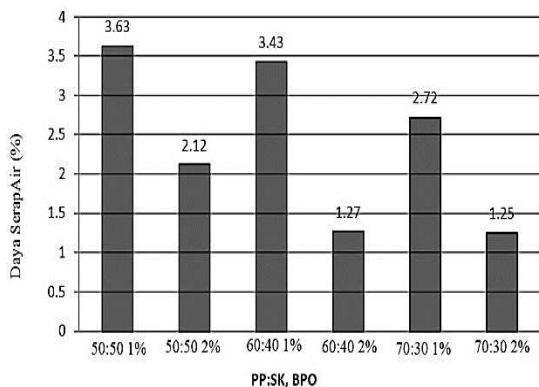
Kadar air papan FPC juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan karena papan FPC dalam komposisi penyusunnya terdiri dari bahan berlignoselulosa yang memiliki sifat hidroskopis sehingga dapat menyerap dan mengeluarkan molekul air dari atau ke dalam papan FPC itu sendiri. Selain itu faktor kelembaban dari keadaan disekelilingnya akan membantu bahan berlignoselulosa itu dalam hal menyerap atau melepaskan air.

Berdasarkan analisis ragam kadar air papan FPC termodifikasi menunjukkan bahwa faktor perbandingan PP:serat kardus dan zat aditif MAH (1% dan 2%) tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air papan FPC termodifikasi. Berdasarkan analisis sidik ragam, faktor interaksi antara perbandingan PP:serat kardus dan zat aktif MAH (1% dan 2%) berpengaruh nyata terhadap kadar air papan FPC termodifikasi.

Hasil uji Duncan pada perlakuan interaksi perbandingan PP:serat kardus dan zat aditif MAH (1 % dan 2%) didapatkan bahwa hasil rata-rata kadar air papan FPC termodifikasi tidak berbeda nyata antara konsentrasi 50:50, 60:40 dan 70:30 dengan zat aditif MAH 1% dan 2%.

Daya serap air

Hasil penelitian rata-rata daya serap FPC termodifikasi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik rata-rata daya serap air FPC

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan nilai daya serap air papan FPC termodifikasi berkisar antara 1,27 % - 3,63 %. Nilai daya serap air terendah terdapat pada perlakuan papan FPC 70:30 dengan zat aditif MAH 2% dan nilai daya serap air tertinggi terdapat pada perlakuan papan FPC 50:50 dengan zat aditif MAH 1%.

JIS A 5908 (2003) type 13 tidak mensyaratkan nilai daya serap air. Walaupun demikian, uji daya serap air perlu dilakukan karena sangat berhubungan dengan kadar air suatu appan FPC dalam penggunaannya secara eksterior maupun interior terkait dengan tinggi rendahnya kelembaban udara dimana FPC itu berada. Akan tetapi, jika dinilai dari kerapatan papan FPC termodifikasi yang diantara mencapai nilai $> 0,9 \text{ g/cm}^3$, maka berdasarkan standar JIS A 5905-2003 hardboard 820, nilai daya serap air seluruh FPC termodifikasi berada dibawah nilai 30% yang artinya memenuhi standar JIS A 5905-2003 untuk hardboard. Oleh karena nilai daya serap air yang rendah maka papan FPC termodifikasi yang telah diuji dengan metode grave yard test ini dapat direkomendasikan untuk penggunaan eksterior maupun interior.

Nilai rata-rata daya serap air yang rendah ini disebabkan karena adanya zat aditif MAH pada papan FPC. Berdasarkan hasil sidik ragam daya serap air papan FPC termodifikasi diperoleh bahwa faktor perlakuan yakni zat aditif MAH berpengaruh nyata terhadap nilai daya serap air. Hal ini dikarenakan MAH (maleat anhirida) merupakan salah satu zat aditif yang ditambahkan pada papan FPC dengan tujuan sebagai compabilizer dan berfungsi juga untuk menyempurnakan sifat-sifat yang dimiliki oleh papan FPC tersebut. Hal ini sesuai dengan Tajvidil, et. al yang menyatakan bahwa fungsi MAH untuk menyempurnakan kombinasi pengikatan antar molekul plastik dengan bahan berlignoselulosa yang berupa serat.

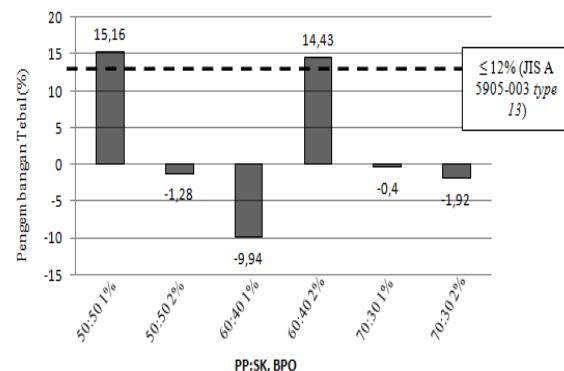
Rendahnya nilai daya serap air pada papan FPC termodifikasi setelah pengujian grave yard test ini dapat disebabkan oleh perbedaan tinggi rendahnya kerapatan dari masing-masing FPC termodifikasi. Kerapatan yang tinggi pada FPC termodifikasi ini menyebabkan sedikitnya ruang bagi bahan berlignoselulosa untuk dapat menyerap molekul air dari lingkungan sekitarnya. Adanya bahan plastik (PP) pada papan FPC juga turut berperan terhadap rendahnya daya serap air pada

papan FPC termodifikasi ini. Berdasarkan hasil uji lanjutan Duncan terhadap rata-rata nilai daya serap air tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dari masing-masing konsentrasi MAH 1% dan 2% pada setiap tingkat perbandingan PP dan serat kardus (50:50, 60:40, 70:30).

Faktor lain yang menyebabkan daya serap air pada papan FPC termodifikasi ini rendah adalah keberadaan PP (*propylene*) itu sendiri. Seperti diketahui PP merupakan salah satu HDPE (*High Density Polyethylene*). Hal ini menyebabkan papan FPC termodifikasi ini tidak memiliki kemampuan menyerap air dalam jumlah yang banyak. Karena salah satu sifat HDPE adalah kemampuan kedap (anti) airnya yang cukup tinggi. Hal ini dibuktikan dalam pernyataan Hartono (1998) yang menyatakan bahwa polietilena (PE), polietilena kerapatan tinggi (*High Density Polyethylene*) selanjutnya disingkat HDPE, polipropilena (PP), dan asoi. HDPE termasuk salah satu jenis bahan yang memiliki sifat padat, keras, kuat dan kedap air, yang sukar terdegradasi secara alamiah.

Pengembangan Tebal

Hasil rata-rata nilai pengembangan tebal FPC disajikan pada Gambar 4.



Gambar 5. Grafik rata-rata pengembangan tebal FPC

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai pengembangan tebal papan FPC termodifikasi berkisar antara -9,94% - 15,16%. Pengembangan tebal papan FPC terendah diperoleh pada perlakuan FPC 60:40 dengan zat aditif MAH 1 % (menyusut) dan nilai pengembangan tebal tertinggi diperoleh pada perlakuan FPC 50:50 dengan zat aditif MAH 1%. Berdasarkan JIS A 5908 (2003) type 13 pengembangan tebal yang diperbolehkan adalah $\leq 12\%$. Berdasarkan standar tersebut maka papan FPC yang memenuhi standar adalah FPC dengan perlakuan PP:serat kardus 50:50 2% MAH, 60:40 1% MAH, 60:40 A 2% MAH, 70:30 masing-masing 1% dan 2% MAH.

Adanya perbedaan pengembangan tebal yang tidak wajar (menyusut) diduga dipengaruhi oleh sifat kembang susut kayu yang masih dimiliki oleh komponen berlignoselulosa pada FPC termodifikasi ini. Berdasarkan perubahan pengembangan tebal pada FPC yang mengalami penyusutan (FPC 70:30 1% dan 2%, FPC 50:20 2%, dan FPC 60:40 1%) dapat diketahui bahwa keadaan kondisi pengujian yang lembab (graveyard test)

tidak membuat sifat hidropilik dari serat kardus tersebut bekerja sebagaimana mestinya. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan plastic (PP) yang memiliki sifat hidropibik sehingga penyerapan molekul air oleh gugus hidroksil dan oksigen di dalam FPC menjadi tidak maksimal.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 diatas didapatkan bahwa terdapat beberapa papan FPC termodifikasi yang memiliki nilai pengembangan tebal dibawah 0% yang dalam artian mengalami penyusutan. Papan FPC termodifikasi yang mengalami penyusutan adalah FPC 50:50 2% MAH, 60:40 1% MAH, 70:30 masing-masing 1% dan 2% MAH.

Nilai pengembangan tebal ini dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya adalah keberadaan air, struktur FPC termodifikasi itu sendiri, dan serangan rayap pada papan FPC termodifikasi. Pada faktor keberadaan air, FPC termodifikasi berdasarkan data sebelumnya (kadar air dan daya serap air) didapatkan bahwa FPC termodifikasi sulit untuk menyerap air. Akan tetapi, setelah menyerap air dengan komposisi yang berbeda setelah masa pengujian grave yard test, tentunya pada masa stabilisasi FPC termodifikasi dengan suhu oven $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, maka air tersebut akan sukar untuk lepas dari papan FPC termodifikasi sehingga pada beberapa bagian papan FPC menyebabkan perubahan dimensi tebal.

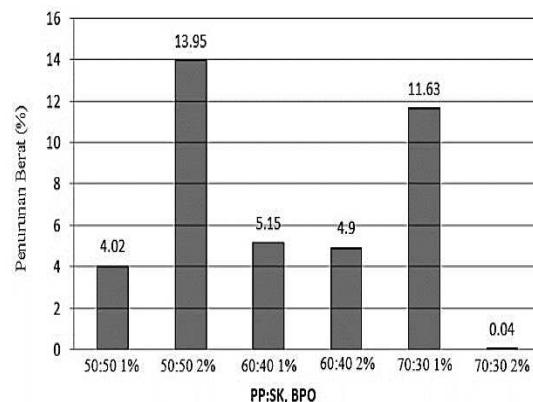
Faktor lain yang mempengaruhi pengembangan tebal adalah nilai kerapatan papan FPC termodifikasi. Beberapa papan FPC termodifikasi yang diketahui mengalami penyusutan pengembangan tebal memiliki kerapatan yang cukup tinggi (Gambar 2) bahkan ada yang diatas standar JIS A 5908 (2003) type 13. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi kerapatan suatu papan FPC maka kekompakan komponen penyusun papan FPC termodifikasi akan semakin kuat dan rapat sehingga menyebabkan rongga udara dalam papan FPC termodifikasi semakin kecil. Keadaan ini menyebabkan air atau uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga tersebut.

Hasil analisis sidik ragam pengembangan tebal papan FPC termodifikasi menunjukkan bahwa interaksi antara faktor perbandingan PP : serat kardus dengan zat aditif MAH (1% dan 2%) berpengaruh nyata terhadap nilai pengembangan tebal papan FPC termodifikasi sedangkan faktor perbandingan PP:serat kardus dan zat aditif MAH (1% dan 2%) masing-masing tidak berpengaruh nyata. Berdasarkan hasil uji lanjutan terhadap interaksi antara faktor perbandingan PP : serat kardus (MAH 1% dan 2%) memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata terhadap nilai masing-masing interaksi yang berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal papan FPC termodifikasi.

Uji Ketahanan Papan Partikel Terhadap Rayap Tanah

Hasil rata-rata penurunan berat papan partikel disajikan pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar ditunjukkan bawharata-rata nilai penurunan berat papan FPC termodifikasi yang berkisar antara 0,04% - 13,95%. Nilai penurunan berat terendah terdapat pada papan dengan perlakuan PP:serat kardus 70:30 2 % BPO,

sedangkan nilai penurunan berat tertinggi terdapat pada papan FPC dengan perlakuan PP:serat kardus 50:50 dengan zat aditif BPO 2%.



Gambar 6. Grafik rata-rata penurunan berat FPC

Salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan berat papan FPC adalah kerapatan papan partikel. Berdasarkan Gambar 6 diatas didapatkan bahwa papan FPC dengan perlakuan 70:30 dengan zat aktif BPO 2% memiliki nilai penurunan berat terkecil. Penurunan terkecil ini dikarenakan masing-masing papan FPC tersebut memiliki kerapatan yang cukup tinggi yakni $0,9 \text{ g/cm}^3$. Kerapatan yang cukup tinggi cenderung membuat papan lebih keras sehingga secara tidak langsung menjadi penghambat aktifitas makan rayap secara fisik. Meskipun demikian pada data untuk FPC dengan perbandingan PP:serat kardus 50:50 2% BPO yang memiliki nilai penurunan berat tertinggi (13,95%) jika dikaitkan dengan kerapatan maka akan berbanding terbalik. Berdasarkan data nilai kerapatan papan FPC dengan perbandingan PP:serat kardus 50:50 2% BPO cukup tinggi dengan nilai $0,75 \text{ g/cm}^3$. Adanya penurunan berat yang cukup tinggi pada papan FPC termodifikasi dengan kerapatan tinggi ini diduga berhubungan dengan komposisi PP dan serat kardus. Papan FPC termodifikasi 50:50 2% BPO ini tersusun atas 50% serat kardus yang merupakan bahan berlignoselulosa. Secara tidak langsung adanya keberadaan bahan berlignoselulosa yang banyak akan meningkatkan aktifitas makan rayap pada papan FPC ini. Faktor ini juga didukung oleh kondisi lokasi pengujian grave yard test yang lembab sehingga memungkinkan rayap untuk berkembang lebih banyak yang secara otomatis meningkatkan aktifitas serangan pada papan FPC yang mengandung banyak bahan berlignoselulosa. Hal tersebut senada dengan Nandika *et.al* (1996) bahan berlignoselulosa berupa papan komposit juga dapat diserang organisme perusak kayu seperti rayap dan jamur. Kondisi iklim dan tanah termasuk banyaknya ragam jenis tumbuhan di Indonesia sangat mendukung kehidupan rayap.

Berdasarkan standar SNI 01. 7202-2006, seluruh papan FPC termodifikasi yang diuji dengan melihat dari hasil penurunan berat dapat dikategorikan kedalam beberapa kelas ketahanan terhadap serangan rayap. Berikut adalah hasil pengelompokan FPC termodifikasi berdasarkan standar SNI 01 7202-2006,

Tabel 4. Kelas Ketahanan Terhadap Serangan Rayap Dari Papan FPC Termodifikasi Berdasarkan SNI 01 7202-2006.

Kelas Ketahanan bdk. Penurunan Berat (SNI 01 7202-2006)	Sampel Uji
Kelas I (<3,52 %, Sangat Tahan)	FPC 70:30 2% MAH
Kelas II (3,52% - 7,50%, Tahan)	FPC 50:50 1% MAH, 60:40 1%, 60:40 2%
Kelas III (7,30% - 10,96%, Sedang)	-
Kelas IV(10,96% - 18,94%, Buruk)	FPC 50:50 2% MAH, 70:30 1% MAH
Kelas V (18,94% - 31,89%, Sangat Buruk)	-

Adapun faktor lain yang menentukan tinggi rendahnya aktifitas serangan rayap pada papan FPC termodifikasi adalah keberadaan zat aditif BPO dan letak papan FPC pada lokasi pengujian *grave yard test*. Keberadaan zat aditif cenderung membuat kekompakan dari komponen PP dan serat kardus semakin kuat sehingga stabilitas dimensinya menjadi tinggi dan padat. Hal tersebut cenderung mengurangi aktifitas serangan rayap pada papan FPC tersebut. Hal ini senada dengan Desyanti (2007) , penggunaan bahan lain yang bersifat anti terhadap serangan rayap perlu diaplikasikan baik dalam kayu ataupun produk berbasis bahan kayu.

Berdasarkan hasil sidik ragam penurunan berat didapatkan bahwa faktor interaksi antara perlakuan perbandingan PP dan serat kardus dengan zat aditif BPO berpengaruh nyata terhadap penurunan berat papan FPC termodifikasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa untuk memperoleh ketahanan terhadap serangan rayap diperlukan kombinasi yang tepat antara perbandingan PP dan serat kardus dengan konsentrasi zat aditif yang digunakan. Adapun hasil uji lanjutan Duncan terhadap pengaruh interaksi faktor perlakuan perbandingan PP dan serat kardus dengan zat aditif BPO tidak menunjukkan perbedaan nyata.

Serangan rayap berupa aktifitas memakan bahan ber lignoselulosa pada produk komposit seperti FPC termodifikasi ditentukan oleh kekompakan antara plastik (PP) dan serat kardus sebagai filler ditambah dengan tinggi rendahnya keberadaan zat aktif BPO. Proses pembuatan papan FPC termodifikasi juga dapat menyebabkan perubahan drastis pada tingkatan serangan rayap. Apabila komposisi panyusun sudah tepat tetapi proses pembuatan tidak baik maka akan menghasilkan celah untuk dapat digunakan rayap untuk menyerang papan FPC.

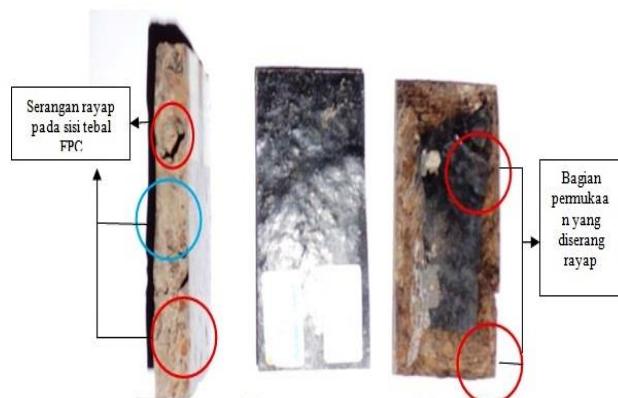
Pola Serangan Rayap

Berikut adalah hasil pola serangan rayap yang diperoleh setelah pengujian *grave yard test* terhadap sampel uji FPC yang terkena serangan rayap (kategori buruk),



Gambar 7. FPC 50:50 2% setelah pengujian serangan rayap

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa serangan rayap tanah (*Macrotermes gilvus* Hagen) pada FPC 50:50 2% sangat tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh penampang FPC setelah dibelah menunjukkan lubang-lubang bekas serangan rayap. Banyaknya (berbanding 50% dengan plastik PP) kandungan selulosa pada serat kardus diduga menjadi pemicu serangan rayap yang tinggi pada FPC 50:50 2% ini. Pada Gambar 7 (ditandai dengan lingkaran merah), pola serangan rayap setelah menembus FPC menyerupai jalur pusaran (melingkar). Pola serangan rayap juga dipengaruhi oleh letak-letak penghalang antara rayap dengan sumber makanannya (bahan ber lignoselulosa) yang dalam hal ini (pengujian FPC) adalah serat kardus. Pada umumnya untuk membuat suatu papan serat penyebaran antara substrat dan matriks haruslah merata. Pada saat proses pengujian, rayap dapat menembus plastik yang menghalangi/terikat dengan serat kardus walaupun plastik bukan merupakan makanan rayap tanah. Hal ini sesuai dengan Nandika et.al (2003) yang menyatakan bahwa rayap dapat menyerang dengan berbagai cara salah satunya dengan menembus obyek-obyek penghalang seperti plastik, logam tipis, dan lain-lain walaupun penghalang tersebut bukan objek makanannya.



Gambar 8. FPC 70:30 1% setelah pengujian rayap (dalam lingkaran merah)

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa pola serangan rayap pada FPC 70:30 1% diawali dengan serangan pada bagian tebal FPC (dilingkari lingkaran merah). Meskipun demikian, terdapat bagian yang memiliki lubang akibat cacat pengrajaan (bukan

serangan rayap) yang ditandai didalam lingkaran biru pada Gambar 8. Diduga berdasarkan Gambar 8 keberadaan sebagian besar serat kardus pada bagian tebal FPC menjadi penyebab serangan rayap. Hal tersebut tidak terjadi pada bagian permukaan lebar FPC 70:30 1% dikarenakan pada bagian tersebut lebih banyak susunan plastik PP yang merupakan bahan anorganik yang tidak disukai oleh rayap tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. FPC yang tergolong dalam kelas tahan I (sangat tahan) terhadap serangan rayap tanah adalah FPC 70:30 C 2% MAH, kelas tahan II (tahan) yaitu papan FPC 50:50 1% MAH dan 60:40 1% dan 2% MAH dan kelas tahan IV (buruk) yaitu FPC 50:50 2% MAH dan 70:30 1% MAH.
2. Pola serangan rayap tanah pada FPC dengan kategori ketahanan buruk (FPC 50:50 2% MAH dan 70:30 1% MAH) melalui penampakan visual pada papan FPC setelah dibelah memiliki bentuk menyerupai pusaran lingkaran.

Saran

Papan FPC yang terbaik yang dapat digunakan pada keperluan eksterior yang langsung berhubungan dengan tanah adalah papan FPC 70:30 2% MAH.

DAFTAR PUSTAKA

- Desyanti. 2007. Kajian Pengendalian Rayap Tanah Coptotermes Spp. (Isoptera : Rhinotermitidae) Dengan Menggunakan Cendawan Entompatogen Isolat Lokal. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- [JIS] Japanese Industrial Standar. 2003. (JIS A 5908) Japanese Standar Association Particleboard. Japan.
- Hartono. ACK. 1998. Daur Ulang Limbah Plastik dalam Pancaroba:Diplomasi Ekonomi dan Pendidikan. Dana Mitra Lingkungan. Jakarta.
- [JIS] Japanese Industrial Standar. 2003. (JIS A 5908) Japanese Standar Association Particleboard. Japan.
- Maulana, F, Hisbullah, Iskandar. 2011. Pembuatan Papan Komposit Dari Plastik Daur Ulang dan Serbuk Kayu serta Jerami Sebagai Filler. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol. 8, No. 1, hal. 17-22, 2011. ISSN 1412-5064
- Massijaya, M.Y, Y.S.Hadi, B. Tambunan, E.S. Bakar, W.A.Subari. 2000. Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Komponen Bahan Baku Papan Partikel. Jurnal Teknologi Hasil Hutan.XIII (2):18-24.
- Nandika, D., Soenaryo, A. Saragih. 1996. Kayu dan pengawetan kayu. Kerjasama IPB dengan Pemerintah Daerah DKI Jakarta. Bogor.
- Nandika D, Rismayadi Y. dan Diba F. 2003. Rayap Biologi dan Pengendaliannya. Muhammadiyah University Press. Surakarta

- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. (SNI 01. 7202-2006) Klasifikasi Ketahanan Kayu atau Produk Kayu Terhadap Serangan Rayap. Jakarta.
- Yandesman. 1998. Pengaruh Tingkat Penambahan Kayu Akasia dan Perebusan Kayu Karet Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Serat Campuran [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.