

Fiber Plastic Composite dari Kertas Kardus dan Polipropilena (PP) dengan Penambahan Maleat Anhidrida (MAH) dan Benzoil Peroksida (BP)
(Fiber Plastic Composite made from Old Corrugated Paper and Polypropylene (PP) with Addition of Maleic Anhydride (MAH) and Benzoil Peroxide (BP))

Nova Tampubolon^a Luthfi Hakim^b, Tito Sucipto^b,

Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara 20155 (Penulis Korespondensi: E-mail: nopa.tampubolon@yahoo.com)

^aAlumni Program Studi Kehutanan USU

^bStaf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara

Abstract

The research of using old corrugated paper fiber and used recycled polypropylene plastic ore as the raw material of making fiber plastic composite board was useful to give solution the waste problem. The purpose of research was to evaluate physical properties (density, moisture content, water absorption, thickness swelling) and mechanical properties (modulus of elasticity, modulus of rupture, internal bond, screw holding power) fiber plastic composite board with maleic anhydride (5% and 7%) as compatibilizer and benzoil peroxide (15%) as initiator. The composition raw materials and matrices was useful 50:50, 60:40, 70:30 with 3 replication and 25 cm x 20 cm x 1 cm for the dimension and density target 0.8 g/cm³. The raw material was made become pellet by using extruder at 100-170°C. The board were hot press 170-180°C and conditioned for 1 weeks, to evaluate physical and mechanical properties were carried out according to JIS A 5905-2003 hardboard S20 and JIS A 5908 (2003) particleboards type 13.

The result of the research showed that physical of fiber plastic composite board did not fulfill the standard of JIS A 5905-2003 hardboard S20, except density. The testing of mechanical properties by MOR, IB and KPS was fulfill standar JIS A 5905-2003 hardboard S20 and JIS A 5908 (2003) particleboards type 13. Standard JIS A 5908-2003 S20 hardboard full value in testing physical properties, namely the density testing, while in the testing of mechanical properties, namely the testing of MOR. Fiber plastic composite board suitable for using exterior and interior. Based on physis and mechanical properties testing, the best value of fiber plastic composite was composition 30:70 MAH 5%.

Keyword: old corrugated paper, used recycled polypropylene plastic ore, MAH and BP, FPC board, physical and mechanical properties.

PENDAHULUAN

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber Serat kertas kardus memiliki sifat yang sama dengan serat kayu karena bahan baku kertas kardus adalah serat kayu. Serat kayu mempunyai komponen sel berupa dinding sel, rongga sel dan inti sel. Bagian-bagian ini mempunyai sifat suka terhadap air (hidrofilik) dan menyerap air (higroskopis) sehingga komponen sel tersebut cenderung berisi air (bahkan menyerap dari udara, lebih signifikan jika dalam kondisi lembab). Plastik mempunyai sifat yang sangat kontras dengan serat, yaitu tidak suka air (hidrofobik). Air tidak akan dapat masuk ke dalam plastik karena plastik mempunyai ikatan yang sangat kuat dan statis (tidak terdapat semacam ruang untuk tempat air bertahan).

Sifat serat dan plastik yang sangat berbeda ini ibarat air dan minyak yang tidak dapat menyatu apabila disatukan/dicampurkan untuk membuat papan serat plastik. Maleat anhidrida adalah bahan yang dapat meningkatkan kompatibilitas (kekompakan) antara serat dan plastik ditambahkan pada pembuatan papan serat, selain itu, benzoil peroksida sebagai katalisator (bahan yang dapat mempercepat reaksi kekompakan tersebut) juga ditambahkan dalam jumlah tertentu.

Material penyusun komposit dalam penelitian ini, baik matriks maupun bahan pengisinya, merupakan polimer. Matriks kompositnya menggunakan polimer termoplastik yang bersifat semikristalin, yaitu polipropilena. Bahan pengisinya adalah serat kertas kardus yang merupakan jenis polimer alami. Komposit dalam penelitian ini dapat digolongkan dalam komposit berpengisi serat kertas atau *fiber plastic composite* (FPC), sebab pengisi yang digunakan adalah serat kertas kardus. Inilah yang menjadi latar belakang penulis melakukan penelitian yang berjudul ‘Fiber Plastic Composite dari Kertas Kardus dan Polipropilena (PP) dengan Penambahan Maleat Anhidrida (MAH) dan Benzoil Peroksida (BP)’. Tujuan dari penelitian adalah mengevaluasi sifat fisis (meliputi kerapatan, kadar air, daya serap air serta pengembangan tebal) dan sifat mekanis (meliputi keteguhan elastis, keteguhan patah, keteguhan rekat serta kuat pegang sekrup) *fiber plastic composite* yang dibuat dari daur ulang serat kertas kardus dan polipropilena daur ulang dengan penambahan maleat anhidrida (MAH) sebagai *coupling agent* dan benzoil peroksida (BP) sebagai *inisiator*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai bulan April 2012 - Juni 2012. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Polimer Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara untuk melakukan proses pencampuran bubur serat kertas kardus dengan bijih plastik polipropilena daur ulang bening, di Laboratorium LIPI UPT Biomaterial Bogor untuk melakukan proses pengempaan contoh uji papan, di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian untuk pengujian sifat fisis contoh uji papan dan di Laboratorium Ketenikan Kayu Institut Pertanian Bogor untuk pengujian sifat mekanis contoh uji papan.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan terdiri atas dua bagian yaitu bahan baku dan bahan aditif. Bahan baku yang digunakan yaitu serat kertas kardus dan bijih plastik polipropilena daur ulang bening, sedangkan bahan aditif yang digunakan yaitu maleat anhidrida (MAH) dan benzoil peroksida (BP).

Alat yang digunakan terbagi berdasarkan tahapan proses kegiatan yaitu tahap awal (persiapan bahan baku dan bahan aditif), tahap lanjutan (penghancuran dan pencampuran bahan) serta tahap akhir (pembuatan dan pengujian contoh uji papan komposit). Alat-alat tersebut secara keseluruhan adalah saringan ukuran 30 mesh, plastik transparan ukuran 5 kg, ember besar, panci, timbangan elektrik, kompor, terpal, mesin *ekstruder*, mesin *repulping (mixer)*, mesin *kempa (hot press)*, oven, *band saw*, plat besi ukuran 25 cm x 20 cm x 1 cm, bingkai ukuran 25 cm x 20 cm x 1 cm, *Universal Testing Machine (UTM)*, kamera digital, kalkulator dan alat tulis.

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku

Kardus disobek menjadi ukuran-ukuran kecil sehingga mempermudah proses perendaman dan penghancuran sampai menjadi bubur. Dimasukkan sobekan kardus ke dalam panci dan ditambahkan air, kemudian dipanaskan hingga air mendidih. Dimasukkan ke dalam ember untuk dilakukan perendaman dengan air panas suhu 80-100°C selama 24 jam (air panas diganti ketika sudah dingin). Sobekan kardus yang telah direndam, kemudian dihancurkan hingga menjadi bubur dan benar-benar halus selama 30 menit dengan menggunakan *mixer*. Bubur kertas tersebut kemudian disaring dan dikeringudarakan. Keringkan dalam oven pada suhu 80°C hingga kadar air konstan 8% sebelum serat kardus dikempa.

Kebutuhan serbuk, polipropilena yang digunakan untuk pembuatan sebuah papan komposit tergantung pada perlakuan yang dilakukan dan kerapatan sasaran yang dipakai yaitu sebesar 0.8 g/cm³. Kebutuhan bahan baku berdasarkan kerapatan sasaran dan ukuran dimensi yang diinginkan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= \rho \times d \\ &= 0.8 \text{ g/cm}^3 \times 25 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times \\ &\quad 1 \text{ cm} \\ &= 400 \text{ gr (BKO)} \end{aligned}$$

Keterangan :

ρ = kerapatan sasaran papan

d = ukuran dimensi papan

Komposisi kebutuhan bahan baku papan komposit plastik masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kebutuhan bahan baku papan komposit plastik

Jenis Papan	Maleat Anhidrida (MAH)	Polipropilena (PP) : Serat kertas (SK)	Komposisi papan komposit (PP : SK : MAH : BP)
A	5%	50 : 50	200 : 200 : 10.0 : 1.50
			200 : 200 : 10.0 : 1.50
			200 : 200 : 10.0 : 1.50
B	5%	60 : 40	240 : 160 : 12.0 : 1.80
			240 : 160 : 12.0 : 1.80
C	5%	70 : 30	280 : 120 : 14.0 : 2.10
			280 : 120 : 14.0 : 2.10
			280 : 120 : 14.0 : 2.10
D	7%	50 : 50	200 : 200 : 14.0 : 2.10
			200 : 200 : 14.0 : 2.10
			200 : 200 : 14.0 : 2.10
E	7%	60 : 40	240 : 160 : 16.8 : 2.52
			240 : 160 : 16.8 : 2.52
F	7%	70 : 30	280 : 120 : 19.6 : 2.94
			280 : 120 : 19.6 : 2.94
			280 : 120 : 19.6 : 2.94

Keterangan :

Pada masing-masing jenis papan komposit plastik, bahan aditif berupa benzoil peroksida (BP), jumlah kebutuhannya adalah sama, yaitu sebanyak 15% dari jumlah maleat anhidrida (MAH). Ulangan yang dilakukan pada masing-masing jenis papan komposit plastik juga sama, yaitu sebanyak tiga kali.

Persiapan Zat Aditif

Disiapkan zat aditif yang digunakan yaitu maleat anhidrida (MAH) sebanyak 5% dan 7% dari berat polipropilena, benzoil peroksida (BP) sebanyak 15% dari MAH, kemudian dicampur kedua zat aditif tersebut.

Pembuatan Pellet dengan Mesin Ekstruder

Ditimbang bahan baku serat kertas kardus dan bijih plastik polipropilena daur ulang bening dengan perbandingan yang diinginkan yaitu 50 : 50, 60 : 40 dan 70 : 30. Dimasukkan bijih plastik polipropilena daur ulang bening ke dalam wadah untuk dicampur dengan zat aditif MAH sebanyak 5% dan 7% dari berat bijih plastik polipropilena daur ulang bening yang ditentukan dan BP sebanyak 15% dari berat MAH yang telah dihitung, kemudian dicampurkan dengan serat kardus dan diaduk rata dalam wadah. Seluruh bahan yang telah dicampur dimasukkan ke dalam mesin ekstruder dengan suhu 170°C dan hasil yang keluar berbentuk pellet telah digunting dengan ukuran diameter antara 0.5 cm sampai 1 cm dan panjang ±1 cm. Waktu pencampuran dengan suhu tinggi bahan-bahan tersebut dilakukan pada setiap perbandingan yang berbeda-beda.

Pengempaan Papan Komposit

Pellet hasil pencampuran bahan dengan suhu tinggi tersebut kemudian dibentuk di atas pelat besi dan bingkai yang berukuran 25 cm x 20 cm x 1 cm, setelah itu dikempa panas dengan suhu 180-200°C selama ±30 menit, pada tekanan 50 kg/cm². Lalu papan komposit

yang telah jadi dikondisikan selama 1 minggu dengan cara dibiarkan di tempat terbuka yang disusun di atas terpal (sebaiknya tidak diletakkan langsung di atas lantai) sebelum dilakukan pemotongan contoh uji.

Pengujian Kualitas Papan Komposit

Pengujian sifat fisis dan mekanis dilaksanakan berdasarkan standar JIS (*Japanese International Standard*) A 5905-2003. Parameter kualitas papan yang diuji adalah kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, dan daya serap air (untuk sifat fisis). Sedangkan untuk sifat mekanis diuji keteguhan rekat internal (*internal bond*), keteguhan pegang sekrup (*screw holding power*), modulus patah (MOR), dan modulus elastisitas (MOE).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial, dengan dua faktor perlakuan yaitu faktor A adalah perlakuan perbandingan polipropilena : serat kertas kardus yaitu 50 : 50, 60 : 40 dan 70 : 30 dan faktor B adalah perlakuan zat aditif yaitu maleat anhidrida sebanyak 5% dan 7% dari berat bijih plastik polipropilena daur ulang bening. Contoh uji dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Sehingga jumlah papan komposit kayu plastik yang diproduksi sebanyak 18 papan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Papan komposit plastik diuji berdasarkan sifat fisis dan sifat mekanis dari perolehan pengukuran contoh uji dan penghitungan data. Sifat fisis meliputi kerapatan, kadar air, daya serap air (2 jam dan 24 jam), dan pengembangan tebal (2 jam dan 24 jam). Sifat mekanis yang diuji meliputi keteguhan lentur (MOE), keteguhan patah (MOR), keteguhan rekat internal (IB) dan kuat pegang sekrup (KPS). Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis *fiber plastic composite* dibandingkan dengan JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908 (2003) *particleboards*. Nilai standar JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908 (2003) *particleboards type 13* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai sifat fisis dan mekanis papan komposit menurut standar JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908-2003 *particleboards type 13*.

No.	Sifat Fisis Mekanis	JIS A 5905-2003 <i>hardboard</i> S20	JIS A 5908 (2003) <i>type 13</i>
1.	Kerapatan (g/cm ³)	≥ 0.800	0.400-0.900
2.	Kadar Air (%)	5-13	5-13
3.	Daya Serap air (%)	≤ 30	Tidak dipersyaratkan
4.	Pengembangan Tebal (%)	Tidak dipersyaratkan	≤ 12
5.	MOR (Mpa)	≥ 20.387	≥ 13.252
6.	MOE (Gpa)	Tidak dipersyaratkan	≥ 2.548
7.	Internal Bond (Mpa)	Tidak dipersyaratkan	≥ 0.204
8.	Kuat Pegang Sekrup (Mpa)	Tidak dipersyaratkan	≥ 4.077

Sifat Fisis Papan *Fiber Plastic Composite* (FPC)

Sifat fisis papan komposit merupakan sifat yang tidak berhubungan dengan pengaruh gaya luar. Tabel 3. menunjukkan nilai rata-rata hasil pengujian sifat fisis papan *fiber plastic composite*.

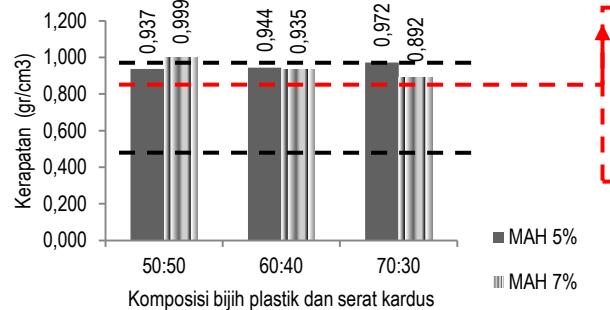
Tabel 3. Nilai rata-rata hasil pengujian sifat fisis papan *fiber plastic composite* pada kerapatan dan kadar air

Polipropilena: Serat Kardus	Zat Aditif		Kerapatan (g/cm ³)	Kadar Air (%)
	MAH	BP		
50:50	5%	15%	0.937	0.456
	7%		0.999	0.071
60:40	5%	15%	0.944	0.135
	7%		0.935	0.251
70:30	5%	15%	0.972	0.116
	7%		0.892	0.151

Tabel 4. Nilai rata-rata hasil pengujian sifat fisis papan *fiber plastic composite* pada daya serap air dan pengembangan tebal

Polipropilena: Serat Kardus	Zat Aditif		Daya Serap Air (%)		Pengembangan Tebal (%)	
	MAH	BP	2 jam	24 jam	2 jam	24 jam
50:50	5%	15%	2.628	8.287	0.416	6.036
	7%		0.926	2.191	0.643	1.972
60:40	5%	15%	1.086	2.361	0.419	1.972
	7%		1.116	2.124	0.503	1.972
70:30	5%	15%	0.685	1.465	0.704	1.972
	7%		0.667	1.436	1.112	1.972

massa dengan volume papan FPC. Hasil penelitian terhadap sampel papan FPC menunjukkan kerapatan papan yang dihasilkan berkisar antara 0.892 gr/cm³ sampai 0,999 gr/cm³.



Gambar 1. Grafik Nilai Rata-Rata Kerapatan Papan FPC

Hal ini tidak menyalahi prosedur pembuatan FPC, dikarenakan kerapatan yang diperoleh tersebut termasuk dalam kategori kerapatan yang tinggi dan berdasarkan standar JIS, nilai kerapatan yang diperoleh tersebut sudah memenuhi nilai standar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tsoumis (1991) yang menyatakan bahwa papan komposit berdasarkan kerapatannya adalah papan komposit kerapatan rendah (0.25-0.40 g/cm³), kerapatan medium (0.40-0.80 g/cm³) dan kerapatan tinggi (0.80-1.20 g/cm³). JIS A 5908 (2003) mensyaratkan nilai kerapatan papan komposit berkisar antara 0.40-0.90 g/cm³, sehingga nilai kerapatan semua papan komposit hasil penelitian ini sudah memenuhi standar JIS A 5908 (2003). Hasil analisis ragam (*analysis of varians/anova*) menunjukkan bahwa faktor A (komposisi bahan baku), faktor B (perlakuan penambahan zat aditif) dan interaksi antara faktor A dan faktor B tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kerapatan papan yang dihasilkan.

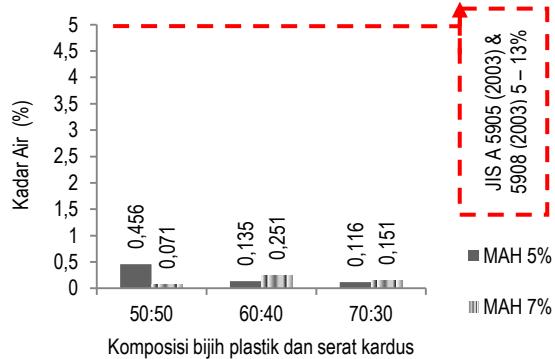
Nilai rata-rata kerapatan tertinggi pada penambahan MAH 5% diperoleh dari perbandingan bijih

plastik dan serat kardus 70:30, sedangkan nilai kerapatan tertinggi pada penambahan MAH 7% diperoleh dari perbandingan bijih plastik dan serat kardus 50:50. Perbedaan nilai kerapatan tertinggi pada penambahan MAH dengan perbandingan bijih plastik dan serat kardus yang berbeda pula pada dasarnya lebih disebabkan oleh penambahan MAH.

Hal ini disebabkan karena penambahan MAH yang berlebihan pada papan FPC yang dihasilkan kurang optimal dilakukan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setyawati (2003) yang menyatakan bahwa usaha untuk meningkatkan interaksi antara partikel yang bersifat hidrofilik dengan plastik yang bersifat hidrofobik dapat ditambah dengan maleat anhidrida (MAH) pada proses pembuatan papan partikel (Han 1990, Stark dan Berger 1997, Febrianto 1999 dalam Setyawati 2003), namun pemberian kadar MAH yang berlebihan dapat menyebabkan hasil yang tidak diinginkan pada komposit yang dihasilkan.

Kadar Air

Kadar air menunjukkan kandungan uap air yang masih terdapat pada papan FPC. Hasil pengujian terhadap sampel papan FPC menunjukkan nilai kerapatan papan yang dihasilkan berkisar antara 0.071% sampai 0.456%.



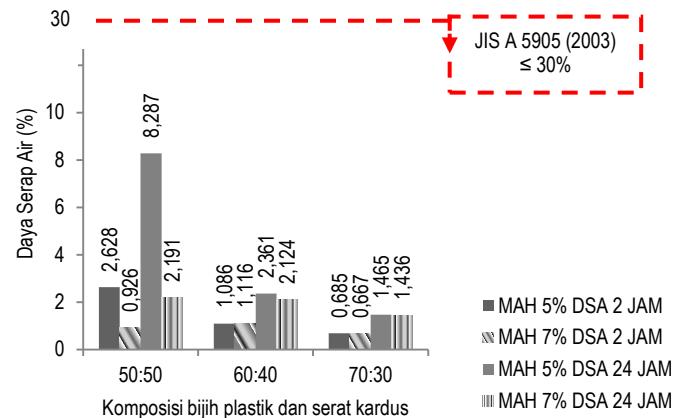
Gambar 2. Grafik Nilai Rata-Rata Kadar Air Papan FPC

Nilai rata-rata kadar air pada papan FPC dengan perbandingan plastik dan serat 50:50 dan penambahan MAH 5% sebesar 0.456% termasuk nilai rata-rata kadar air yang paling tinggi diantara semua nilai rata-rata kadar air yang telah diperoleh. Hal ini disebabkan karena banyaknya serat kardus yang digunakan untuk membuat papan lebih banyak, sementara penambahan MAH lebih sedikit. Hal ini sama halnya dengan yang terjadi pada pengujian kerapatan, bahwa peran MAH kurang maksimal terjadi karena jumlah kedua bahan pembuat papan yang digunakan adalah sama, namun dengan jumlah zat penggabung (MAH) yang sedikit. Kurang maksimalnya peran MAH yang dapat bekerja pada perbandingan bijih plastik dan serat kardus ini yang menyebabkan kadar air menjadi tinggi, selain itu juga disebabkan oleh jumlah serat yang lebih banyak dibandingkan dengan perbandingan yang lainnya.

Daya Serap Air

Daya serap air menunjukkan tingkat kemampuan papan FPC untuk menyerap air setelah direndam dalam air selama perendaman 2 jam dan 24

jam. Hasil pengujian terhadap sampel papan FPC menunjukkan nilai daya serap air selama 2 jam berkisar antara 0.288% - 4.018% dan daya serap air selama 24 jam berkisar antara 0.576% - 13.002%.



Gambar 3. Grafik Nilai Rata-Rata Daya Serap Air Papan FPC

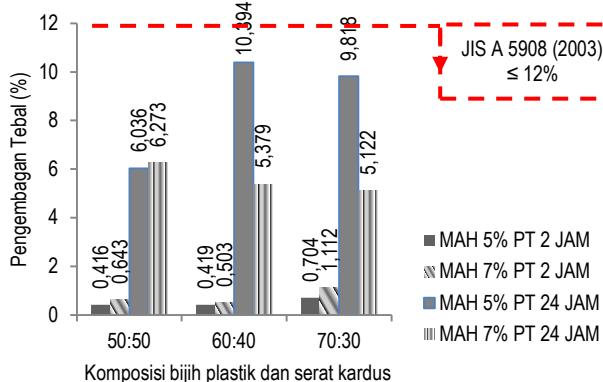
Nilai rata-rata daya serap air tertinggi selama perendaman 2 jam dan 24 jam sama-sama diperoleh dari papan dengan perbandingan bijih plastik dan serat kardus 50:50 dan penambahan MAH 5%. Nilai rata-rata daya serap air yang diperoleh yaitu sebesar 2.628% (pada perendaman selama 2 jam) dan 8.287% (pada perendaman selama 24 jam). Nilai rata-rata daya serap air ini dikarenakan jumlah serat kardus yang digunakan lebih banyak dibandingkan dengan papan lain dengan jumlah serat yang lebih sedikit. Tingginya nilai rata-rata daya serap air ini terjadi sama halnya dengan nilai rata-rata kadar air yang juga lebih tinggi pada perbandingan bijih plastik dan serat kardus 50:50. Peran MAH lebih sulit terjadi dikarenakan jumlah plastik yang digunakan kurang dapat membantu menyatunya antara bijih plastik dan serat kardus.

Hasil analisis ragam (analysis of varians/anova) menunjukkan bahwa faktor A (komposisi bahan baku), faktor B (perlakuan penambahan zat aditif) dan interaksi antara faktor A dan faktor B pada perlakuan perendaman selama 2 jam tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya serap air papan yang dihasilkan (Lampir 2, Tabel 10), sedangkan pada perlakuan perendaman selama 24 jam, faktor A memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya serap air papan yang dihasilkan, faktor B dan interaksi antara faktor A dan faktor B tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya serap air papan yang dihasilkan. Hasil uji lanjut Duncan memperlihatkan bahwa pada daya serap air 24 jam memberikan pengaruh yang nyata pada faktor komposisi. Nilai daya serap air yang direkomendasikan sebesar 8.287% pada daya serap air selama 24 jam.

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal merupakan pengujian untuk menentukan kestabilan dimensi suatu papan dengan cara melakukan perlakuan perendaman selama 2 jam dan 24 jam. Hasil pengujian terhadap sampel papan FPC menunjukkan nilai pengembangan tebal

selama 2 jam berkisar antara 0.166% - 1.988% dan pengembangan tebal selama 24 jam berkisar antara 2.773% - 15.527%. Nilai pengembangan tebal sebesar 15.527% merupakan nilai yang tidak memenuhi standar JIS A 5908 (2003) yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal kurang dari 12%.



Gambar 4. Grafik Nilai Rata-Rata Pengembangan Tebal Papan FPC

Nilai pengembangan tebal tertinggi (tidak memenuhi standar JIS A 5908 (2003) yaitu $< 12\%$) diperoleh dari perendaman papan selama 24 jam pada papan FPC dengan perbandingan bijih plastik dan serat kardus 60:40 dengan kadar MAH 5%, besarnya mencapai 12,209% dan 15.527%, serta pada perbandingan bijih plastik dan serat kardus 70:30 dengan kadar MAH 5%, besarnya mencapai 13.515%. Hasil analisis ragam (*analysis of variance/ANOVA*) menunjukkan bahwa faktor A (komposisi bahan baku), faktor B (perlakuan penambahan zat aditif) dan interaksi antara faktor A dan faktor B baik pada perlakuan perendaman selama 2 jam dan 24 jam tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pengembangan tebal papan yang dihasilkan.

Nilai rata-rata pengembangan tebal tertinggi selama perendaman 2 jam diperoleh dari perbandingan bijih plastik dan serat kardus 70:30 dengan penambahan MAH 7%, yaitu sebesar 1.112%, sedangkan nilai rata-rata pengembangan tebal tertinggi selama perendaman 24 jam diperoleh dari perbandingan bijih plastik dan serat kardus 60:40 dengan penambahan MAH 5%, yaitu sebesar 10.394%. Perbedaan nilai rata-rata yang diperoleh berbeda pada tiap perbandingan bijih plastik dan serat kardus serta pada tiap penambahan MAH dikarenakan peran MAH yang bekerja (*breakage*) pada kedua bahan pembuat papan, yaitu bijih plastik dan serat kardus juga berbeda.

Sifat Mekanis Papan Fiber Plastic Composite (FPC)

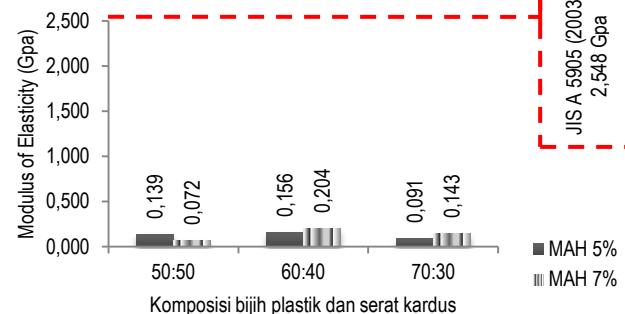
Sifat mekanis papan FPC ini penting karena memiliki pengaruh besar terhadap gaya luar yang bekerja pada papan tersebut. Gaya luar yang dimaksud diberikan untuk mengetahui batas maksimum pembebahan papan. Gaya luar yang diberikan ini juga dilakukan untuk mengetahui batas maksimum pencengkeraman terhadap alat sambung dan untuk mengetahui daya rekat antar komponen papan. Sifat mekanis menggunakan pengujian destruktif.

Tabel 6. Nilai rata-rata hasil pengujian sifat mekanis papan FPC

Polipropilena : Serat Kardus	Zat aditif		MOE (Gpa)	MOR (Mpa)	IB (Mpa)	KPS (Mpa)
	MAH	BP				
50:50	5%	15%	0.139	23.997	0.829	12.079
	7%	15%	0.072	20.799	0.477	11.376
60:40	5%	15%	0.156	30.381	0.706	12.223
	7%	15%	0.204	28.220	0.615	10.612
70:30	5%	15%	0.091	22.524	0.812	13.783
	7%	15%	0.143	31.586	0.769	12.390

Modulus of Elasticity (MOE)

MOE merupakan sifat mekanis papan yang menunjukkan kemampuan papan dalam menahan beban sampai batas proporsi yang sering disebut keteguhan lentur, sehingga semakin tinggi nilai keteguhan lentur, maka papan semakin elastis.



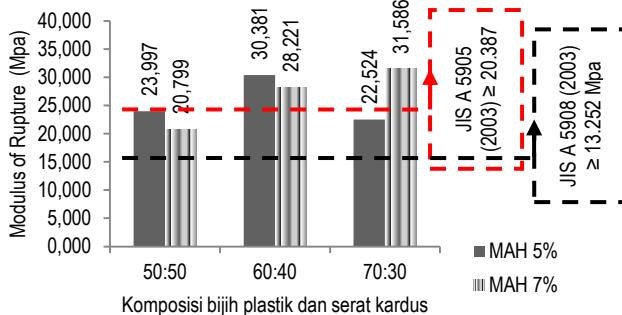
Gambar 5. Grafik Nilai Rata-Rata MOE Papan FPC

Hasil analisis ragam (*analysis of variance/ANOVA*) menunjukkan bahwa faktor A (komposisi bahan baku), faktor B (perlakuan penambahan zat aditif) dan interaksi antara faktor A dan B tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap keteguhan elastisitas papan yang dihasilkan. Nilai rata-rata MOE yang diperoleh pada papan FPC ini tergolong rendah karena tidak memenuhi JIS A 5905 (2003) yang mensyaratkan nilai MOE minimal adalah 2.548. Hal ini diduga karena terjadinya degradasi polimer yang menyebabkan berat molekul turun, sehingga aliran leleh (*melt flow*) tinggi dan mengurangi fleksibilitas.

Nilai rata-rata keteguhan lentur tertinggi diperoleh dari perbandingan plastik dan serat kardus 60:40, baik pada penambahan MAH 5% maupun pada penambahan MAH 7%. Hal ini dikarenakan perbandingan bijih plastik dan serat kardus yang cukup optimal dan dengan penambahan MAH yang juga cukup, membuat papan FPC yang dibuat dengan komposisi dan perbandingan tersebut memiliki nilai keteguhan lentur yang tertinggi diantara 2 perbandingan komposisi papan FPC lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setyawati dan Massijaya (2005) yang menyatakan bahwa nilai keteguhan lentur cenderung menurun pada keadaan jumlah serat yang ditambahkan semakin kecil atau semakin besar penambahan plastik polipropilena, namun keadaannya juga tidak selalu begitu, karena jika antara penambahan plastik polipropilena dan jumlah serat adalah sama, maka nilai keteguhan lentur tidak dapat dipastikan.

Modulus of Rupture (MOR)

Pengujian MOR dilakukan untuk mengetahui tingkat kekuatan papan menahan beban yang bekerja hingga papan patah atau disebut keteguhan patah. Hasil analisis ragam (*analysis of varians/anova*) menunjukkan bahwa faktor A (komposisi bahan baku), faktor B (perlakuan penambahan zat aditif) dan interaksi antara faktor A dan B tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap keteguhan patah papan yang dihasilkan.



Gambar 6. Grafik Nilai Rata-Rata MOR Papan FPC

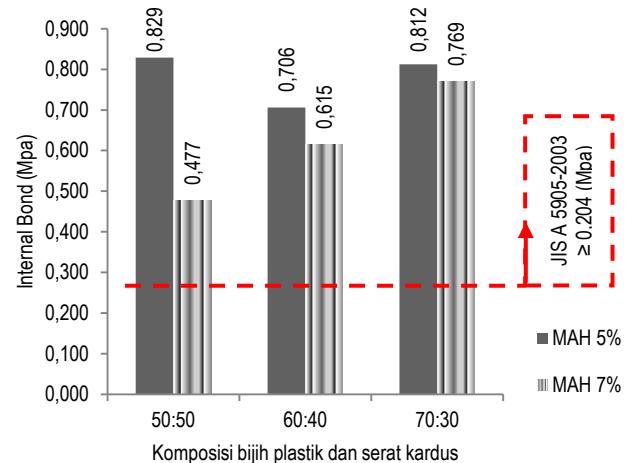
Nilai rata-rata MOR papan FPC tertinggi pada penambahan MAH 5% diperoleh dari perbandingan bijih plastik dan serat kardus 60:40, nilainya yaitu sebesar 30,381 Mpa, sedangkan pada penambahan MAH 7% nilai rata-rata perbandingan tertinggi diperoleh dari perbandingan bijih plastik dan serat kardus 70:30 dengan nilai sebesar 31,586 Mpa. Hasil penelitian Cibro (2012) yang membuat papan komposit plastik menggunakan matriks bijih plastik polietilena buram dan bening dengan serat kardus sebagai pengisi, namun tidak adanya penambahan MAH maupun BP, menunjukkan hasil pengujian pada keteguhan patah memenuhi JIS A 5905 (2003), yaitu minimal 20,387 Mpa dan JIS A 5908 (2003), yaitu minimal 13,252 Mpa, namun nilai hasil pengujian keteguhan patahnya tidak sebaik nilai hasil pengujian patah pada penelitian ini, bahkan pada komposisi perbandingan antara bijih plastik dan serat kardus tertentu terdapat nilai hasil pengujian yang tidak memenuhi standar.

Adanya perbedaan nilai hasil pengujian pada penelitian ini dibandingkan dengan penelitian Cibro (2012) dikarenakan adanya peran MAH yang dapat meningkatkan kekompakan antara bijih plastik dan serat kardus. Tingginya nilai MOR ini dikarenakan penambahan MAH yang semakin banyak dapat meningkatkan kekuatan papan, sehingga lebih sulit untuk mengalami kerusakan, seperti patah.

Internal Bond (IB)

Internal bond menunjukkan besarnya nilai daya rekat antara perekat dan serat yang dipadukan atau disebut dengan keteguhan rekat. Hasil rata-rata pengujian IB sampel FPC berkisar antara 0,477 Mpa sampai dengan 0,829 Mpa. Nilai IB tersebut merupakan nilai yang berada di atas standar JIS A 5905-2003 Min 0,204 Mpa. Nilai IB ini menunjukkan bahwa kualitas papan FPC tergolong dalam kategori baik karena semakin tinggi nilai IB menunjukkan bahwa batas maksimum energi yang bekerja hingga papan menjadi rusak cukup besar, sehingga papan juga akan semakin

sukar untuk hancur disebabkan daya rekat antar komponen papan yang cukup baik.



Gambar 7. Grafik Nilai Rata-Rata IB Papan FPC

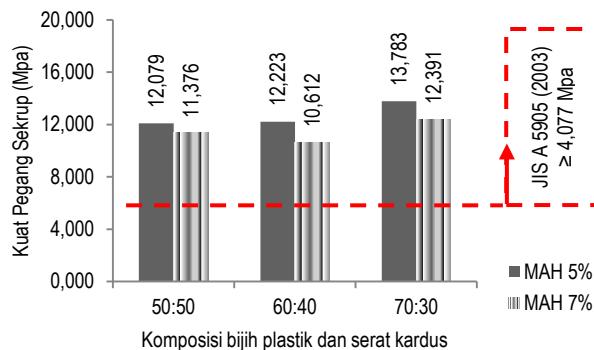
Nilai rata-rata IB tertinggi pada papan FPC dengan penambahan MAH 5% diperoleh dari perbandingan bijih plastik dan serat kardus 50:50, sedangkan nilai rata-rata IB tertinggi pada papan FPC dengan penambahan MAH 7% diperoleh dari perbandingan bijih plastik dan serat kardus 70:30. Nilai IB yang berada di atas standar JIS A 5905-2003 Min 0,204 Mpa menunjukkan bahwa daya rekat antar komponen papan tergolong baik. Hasil penelitian Cibro (2012) yang menggunakan matriks bijih plastik polietilena buram dan bening dengan serat kardus sebagai pengisi, namun tidak adanya penambahan MAH maupun BP, menunjukkan hasil pengujian pada keteguhan rekat internal tidak memenuhi JIS A 5905 (2003), yaitu minimal 0,204 Mpa.

Adanya perbedaan nilai hasil pengujian pada penelitian ini dibandingkan dengan penelitian Cibro (2012) dikarenakan adanya peran MAH yang dapat meningkatkan kekompakan antara bijih plastik dan serat kardus. Hal ini sesuai dengan pernyataan Han, et al. (1994) dalam Kusnadi, et al. (2003) mengemukakan, MAH memodifikasi matriks polimer dengan *grafting* pada gugus hidrosil dari kayu melalui eterifikasi sehingga terbukti memperbaiki adhesi antara matriks dan kayu. BP menyebabkan terjadinya reaksi maleolasi antara MAH dengan plastik sehingga adhesi antara keduanya terjadi dengan baik yang menyebabkan terjadinya kompatibilitas papan yang dihasilkan.

Kuat pegang sekrup (KPS)

Kuat pegang sekrup merupakan salah satu besaran yang menunjukkan kekuatan bahan material (dalam hal ini papan polimer) dalam menahan atau mencengkeram sekrup. Niai rata-rata KPS tertinggi diperoleh dari papan FPC dengan perbandingan bijih plastik dan serat kardus 70:30, baik pada penambahan MAH 5% maupun pada penambahan MAH 7%. Tingginya nilai rata-rata KPS ini berada di atas standar JIS A 5905 (2003) minimal 4,077 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa pencengkeraman papan pada saat disekrup cukup kuat. Hal ini dikarenakan adanya penambahan zat aditif berupa MAH yang bertujuan

meningkatkan kekompakan antara bijih plastik dan serat kardus, sehingga papan FPC yang dihasilkan cukup kuat untuk dilakukan penyekrupan tanpa mengalami kerusakan sampai pada pembebanan yang cukup tinggi.



Gambar 8. Grafik Nilai Rata-Rata KPS Papan FPC

Hal ini sesuai dengan pernyataan Febrianto et al. (1999) dalam Iswanto (2002) yang menyatakan bahwa adanya penambahan bahan aditif pada papan komposit plastik ini adalah sebagai *compatibilizer* (bahan untuk meningkatkan kekompakan). Cara penguatan anhidrat maleat telah banyak dilakukan untuk penyelidikan peningkatan adhesi pada komposit polimer dengan penguat selulosa, diantaranya Quin (1985) mereaksikan bahan pemantap atau pelekat turunan anhidra maleat ke dalam matriks polipropilena untuk meningkatkan kekuatan dan kemantapan komposit polipropilena serat kaca. Kemantapan yang dimaksudkan pada kasus ini adalah kehomogenan (kemaksimalan daya ikat) antar komponen pembentuk dalam WPC. Mishra (2000) melakukan penguatan anhidra maleat tujuannya adalah mengurangi kepolaran dari serat selulosa, sehingga dapat berinteraksi dengan matriks polipropilena yang non polar. Reaksi pengikatan anhidra maleat ini dengan rantai polipropilena juga telah lama dilakukan oleh Minoura (1969) dengan menggunakan radikal bebas peroksida di dalam pelarut organik.

Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Papan FPC Dibandingkan dengan Standar JIS

Karakteristik sifat fisis dan mekanis papan komposit terbaik yang dihasilkan dari penelitian dibandingkan dengan standar JIS A 5908-2003 (papan partikel) dan JIS A 5905-2003 (papan serat) ditampilkan pada Tabel 7. Karakteristik sifat fisis pada pengujian kerapatan, daya serap air 2 jam dan 24 jam, serta pengembangan tebal 2 jam dan 24 jam memenuhi standar. Karakteristik sifat mekanis pada semua pengujian (MOE, MOR, IB, KPS) memenuhi standar.

Tabel 7. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Papan FPC Dibandingkan dengan Standar JIS

Parameter	Papan FPC terbaik hasil penelitian/Perlakuan papan (PP:SK ; %MAH)	Standar		
		JIS A 5905-2003	JIS A 5908 (2003)	Kusnadi, A. J., A. Rusdiharsono dan D. Hardjanto. 2003. Memahami Polimer dan Perekat. Penerbit Andi Offset. Jakarta.
Kerapatan (g/cm^3)	0.999*(50:50 ; 5%)	$\geq 0,800$	$\geq 0.400-0.900$	Mishra, A. 2000. Determinasi Suhu Kempa Optimum Papan Komposit dari Kayu dan Limbah Plastik. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. [Tidak dipublikasikan].
Kadar air (%)	0.456 / (50:50 ; 5%)	5-13	5-13	
Daya serap air 2 jam (%)	0.667*/(70:30 ; 7%)	$\leq 30\%$	-	

Daya serap air 24 jam (%)	1.436*/(70:30 ; 7%)	$\leq 30\%$	-
Pengembangan tebal 2 jam (%)	0.416*/(50:50 ; 5%)	-	≥ 12
Pengembangan tebal 24 jam (%)	5.122*/(70:30 ; 7%)	-	≥ 12
Modulus of elasticity (Gpa)	0.204*/(60:40 ; 7%)	-	≥ 2.548
Modulus of rupture (Mpa)	31.58*/(70:30 ; 7%)	$\geq 20,387$	≥ 13.252
Internal bond (Mpa)	0.829*/(50:50 ; 5%)	-	≥ 0.204
Kuat pegang sekrup (Mpa)	13.78*/(70:30 ; 5%)	-	≥ 4.077

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Sifat fisis papan *fiber plastic composite* yang memenuhi standar JIS A 5905-2003 *hardboard S20* hanya kerapatan dan daya serap air, JIS A 5908 (2003) *particleboards type 13* hanya pengembangan tebal.
- Sifat mekanis papan *fiber plastic composite* yang memenuhi standar JIS A 5905-2003 *hardboard S20* yaitu MOR dan JIS A 5908 (2003) *particleboards type 13* secara keseluruhan *internal bond* dan KPS.
- Papan *fiber plastic composite* terbaik perbandingan 70:30 dengan kadar MAH 5%.

Saran

Agar dilakukan penelitian lanjutan dengan pengujian ketahanan terhadap deteriorasi (biologis) dan cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Cibro, R. F. 2012. Kualitas *Fiber Plastic Composite* dari Kertas Kardus dengan Matriks Polietilena (PE). [Skripsi]. Program Studi Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Han, G. S. 1990. Preparation and Physical Properties of Moldable Wood Plastic Composites. [Disertasi]. Kyoto University. Department Of Wood Science and Technology, Faculty of Agriculture. Kyoto.
- Han, G. S., Ichinose H., Takase S. dan Shiraishi, N. 1994. Composite of Wood and Polypropylene III. Mokuzai Gakkaishi. 35:1100-1104.
- Iswanto, A.H. 2002. Peningkatan Mutu Papan partikel dengan Penggunaan *Dicumyl Peroxide* (DCP) Sebagai Inisiator. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. [Tidak dipublikasikan].
- Japanesse Standard Association. 2003. Japanesse industrial standard hard board. JIS A 5905. Japanesse Standard Association. Jepang.
- Japanesse Standard Association. 2003. Japanesse industrial standard particle board. JIS A 5908. Japanesse Standard Association. Jepang.
- Kusnadi, A. J., A. Rusdiharsono dan D. Hardjanto. 2003. Memahami Polimer dan Perekat. Penerbit Andi Offset. Jakarta.
- Mishra, A. 2000. Determinasi Suhu Kempa Optimum Papan Komposit dari Kayu dan Limbah Plastik. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. [Tidak dipublikasikan].

- Quin, J. L. 1985. *Aki Preparation and Properties of Nanosilica-filled Polypropylene Composites with PP-Methyl POSS as Compatibiliser.* Materials and Design 30: pp. 748–751.
- Setyawati, D. 2003. Komposit Serbuk Kayu Plastik Daur Ulang: Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu dan Plastik. [Makalah Falsafah Sains]. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. IPB Press. Bogor.
- Setyawati, D. dan Massijaya M, Y. B. 2005. Pengembangan Papan Komposit Dari Limbah Kayu dan Plastik. www.dikti.org [22 Maret 2012].
- Strak N. M, dan Berger M. J. 1997. *Effect of Particle Size on Properties of Wood-Flour Reinforced Polypropylene Composites.* Di dalam Fourth International Conference on Woodfiber-Plastic Composites. Madison. 12 –14 Mei 1997. Wisconsin: Forest Product Society. hlm 134-143.