



**SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN GIPSUM DARI LIMBAH KAYU
AKASIA (*Acacia mangium* Willd) BERDASARKAN KADAR GIPSUM DAN
UKURAN SERBUK KAYU**

*(Physical and Mechanical properties of Gypsum Board from Acacia (*Acacia mangium* Willd)
Wood Waste Based on Gypsum Content and Wood Powder Size)*

Ridho Pratama, M. Dirhamsyah, Nurhaida

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak. Jl. Daya Nasional Pontianak 78124
e-mail: ridhopratama269@gmail.com

Abstract

*This study aims to examine the physical and mechanical properties of gypsum board from *Acacia mangium* Willd wood waste based on gypsum content and wood powder size. This study refers to the JIS A 5417-1992 standard. This research were conducted at Wood Work Shop laboratory for the preparation of raw materials, Wood Technology laboratory Faculty of Forestry for board making and testing the physical properties of gypsum boards, and PT. Duta Pertiwi Nusantara laboratory to test the mechanical properties of the gypsum board. The material used is *A. mangium* W. Wood powder, gypsum flour, water and borax. The study uses Factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors, namely factor A (gypsum content) which consists of gypsum content of 400%, 500% and 600% of the weight of *A. mangium* W. wood powder, and factors B (wood powder size) consists of 20 mesh passes 40 mesh retained and 40 mesh passes 60 mesh retained. The results showed that the density (600% gypsum content of 40 and 60 mesh retained wood powder size), moisture content, thickness swelling, MOE (600% gypsum content of 40 and 60 mesh retained wood powder size) fulfill JIS A5417-1992 standard. The best gypsum board is gypsum board with gypsum content of 600% with a wood powder size is 40 mesh.*

Keyword: Acacia mangium, gypsum board, gypsum content, wood powder size.

PENDAHULUAN

Kebutuhan kayu sebagai bahan baku bangunan semakin meningkat. Kayu biasanya dibentuk menjadi papan untuk dijadikan dinding, pintu maupun jendela. Namun semakin lama kayu semakin sulit ditemukan karena kurang bijaknya dalam pengelolaan kayu dan membuat harga kayu semakin mahal. Untuk mengatasi hal tersebut salah satunya adalah dengan membuat papan tiruan dari limbah serbuk kayu.

Limbah serbuk kayu dapat diperoleh dari pabrik pengergajian kayu (*sawmill*).

Salah satu tempat yang mempunyai banyak limbah serbuk kayu yaitu *sawmill* CV Sari Fasifik. Menurut pihak *Sawmill* CV Sari Fasifik (2018), limbah berupa serbuk kayu sebesar 174.400 cm³ perharinya. Limbah serbuk kayu tersebut salah satunya berasal dari kayu *Acacia mangium* Willd atau biasa dikenal sebagai akasia daun lebar. Akasia daun lebar merupakan tumbuhan *fast growing* (cepat tumbuh) yang artinya dapat menghasilkan jumlah kayu yang banyak dalam waktu relatif cepat sehingga, penggunaan kayu ini akan membuat kontinuitas produk



terjamin. Namun banyaknya limbah serbuk kayu tersebut tidak dimanfaatkan sama sekali sehingga mendorong peneliti untuk menggunakan limbah serbuk kayu tersebut sebagai bahan campuran papan gipsium. Hal ini didukung penelitian Hamdi (2014) yang menyatakan bahwa limbah penggergajian (serbuk kayu) dapat digunakan sebagai bahan campuran papan gipsium.

Papan gipsium adalah papan yang terbuat dari serbuk gipsium dengan serat/fiber dan campuran lainnya yang digunakan untuk plafon, dinding dan bahan konstruksi lainnya. Trisna *et al.* (2012), papan gipsium adalah produk jadi yang terbuat dari proses lanjutan material gipsium. Papan gipsium memiliki harga yang murah, ringan dan termasuk yang mudah dalam pemasangannya. Menurut College *et al.* (2014) papan gipsium adalah papan yang paling banyak digunakan di dunia dan termasuk bahan yang mudah untuk dikerjakan dan murah serta belimpah. Selain itu papan gipsium dapat menahan panas dan menghambat api dikarenakan serat/fiber serta kertas yang melapisi papan yang dapat menghambat rambatan api. Meskipun demikian, papan gipsium tidak terlalu kuat, mudah retak dan mudah menyerap air (Maail *et al.* 2006). Sifat papan gipsium yang kurang baik itu dapat diatasi dengan menambahkan bahan pengisi dalam pembuatannya. Menurut Noor (2007) penambahan serbuk kayu (maksimal 25% dari berat gipsium) dapat meningkatkan kualitas papan gipsium.

Faktor yang mempengaruhi sifat fisik dan mekanik papan gipsium dengan serbuk gergajian adalah kadar gipsium dan ukuran

serbuk kayu. Penelitian yang dilakukan Purwanto (2013) menggunakan 3 jenis kayu yaitu kayu Lua, Tarap dan Kembang dengan kadar gipsium 300%, 400% dan 500% mendapatkan hasil yaitu kadar gipsium tertinggi (500%) dari serbuk kayu kembang dan ukuran serbuk kayu terbesar yaitu 40 mesh menghasilkan sifat mekanik yang paling baik. Penelitian yang dilakukan Hamdi (2013) menggunakan 3 jenis kayu yaitu kayu Lua, Tarap dan Kembang dengan kadar gipsium 300%, 400% dan 500% mendapatkan hasil yaitu kadar gipsium tertinggi yaitu 500% dari serbuk kayu dan ukuran serbuk kayu terbesar yaitu 40 mesh menghasilkan papan gipsium dengan kerapatan, daya serap air dan pengembangan tebal yang memenuhi standar SNI 03-6434-2000. Berdasarkan hal diatas, maka penelitian ini akan menguji sifat fisik dan mekanik papan gipsium dari serbuk *A. mangium* Willd berdasarkan kadar gipsium dan ukuran serbuk kayu. Penelitian ini bertujuan untuk menguji sifat fisik dan mekanik papan gipsium dari limbah serbuk *A. mangium* Willd berdasarkan ukuran serbuk dan kadar gipsium. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan variasi penggunaan limbah serbuk akasia dikarenakan kurangnya pemanfaatan limbah serbuk sehingga mengoptimalkan pemanfaatannya.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium *Wood Workshop* Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak untuk persiapan bahan baku. Laboratorium Teknologi Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak untuk



pembuatan papan serta Laboratorium PT Duta Pertiwi Nusantara Pontianak untuk melakukan pengujian Papan. Penelitian dilaksanakan mulai dari persiapan bahan, proses pembuatan papan dan pengujian papan selama ± 2 bulan. Bahan yang digunakan adalah serbuk gergajian *A. mangium* yang diperoleh dari CV sawmill Sari Pasifik, tepung gipsum, oli, air, dan boraks. Alat yang digunakan adalah terpal, oven, timbangan analitik, baskom, cetakan ukuran 30cm x 30cm x 2,5cm, kaliper, *Universal Testing Machine*, tabung reaksi, termometer, termos, *sterofoam*, gerinda, alat tulis, kamera, penggaris, *meshscreen*, kempa manual dan plastik.

Pengujian Suhu Hidrasi

Pengukuran suhu hidrasi mengacu pada Sanderman dalam Kamil (1970). Gipsum sebanyak 150 gram dicampurkan dengan serbuk kayu akasia daun lebar 30 gram dan 3 gram boraks. Kemudian campuran gipsum, serbuk akasia daun lebar dan boraks ditambahkan air sebanyak 100 ml dan diaduk hingga homogen. Setelah itu campuran tersebut dimasukkan ke dalam termos. Kemudian oli dituangkan ke dalam tabung reaksi seperempat dari tinggi tabung reaksi dan diletakan termometer ke dalam tabung reaksi. Setelah itu tabung reaksi dimasukkan ke dalam termos hingga menyentuh campuran sebelumnya. Termos ditutup dengan *sterofoam* yang diberi lubang untuk termometer. Perubahan suhu setiap satu jam sekali akan dicatat dan dilakukan terus menerus selama 24 jam. Berdasarkan penelitian LPHH Bogor dalam Putra (2017) untuk suhu hidrasi ada 3 kategori yaitu suhu diatas 41°C baik,

suhu 36°C - 41°C cukup baik, suhu dibawah 36°C tidak baik.

Persiapan Bahan

Serbuk kayu yang digunakan direndam dengan air dingin selama 48 jam. Serbuk kayu yang telah direndam dibuang airnya (ditiriskan). Setelah ditiriskan, serbuk kayu dijemur di bawah sinar matahari. Serbuk kayu kemudian diayak untuk mendapat ukuran serbuk kayu lolos 20 mesh tertahan 40 mesh dan lolos 40 mesh tertahan 60 mesh. Boraks digunakan sebanyak 1% dari kebutuhan tepung gipsum.

Pembuatan Papan Gipsum

Pembuatan papan gipsum dibuat dengan cara mencampurkan seluruh bahan hingga homogen. Selanjutnya adonan dimasukkan ke dalam cetakan kemudian ditutup. Selanjutnya cetakan dikempa dingin dengan kempa manual selama ± 15 menit. Setelah itu papan diklem selama 24 jam. Papan yang telah diklem kemudian dikeluarkan dari cetakan. Papan yang dihasilkan dikondisikan selama 2 minggu. Papan gipsum dipotong berdasarkan JIS A 5417-1992. Untuk mengetahui kualitas papan gipsum maka dilakukan pengujian sifat fisik dan sifat mekanik seperti: kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, daya serap air, MOE dan MOR. Pengujian dilakukan berdasarkan standar JIS A5417-1992. Penelitian ini menggunakan percobaan Faktorial Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Faktor yang digunakan adalah kadar gipsum dan ukuran serbuk kayu.

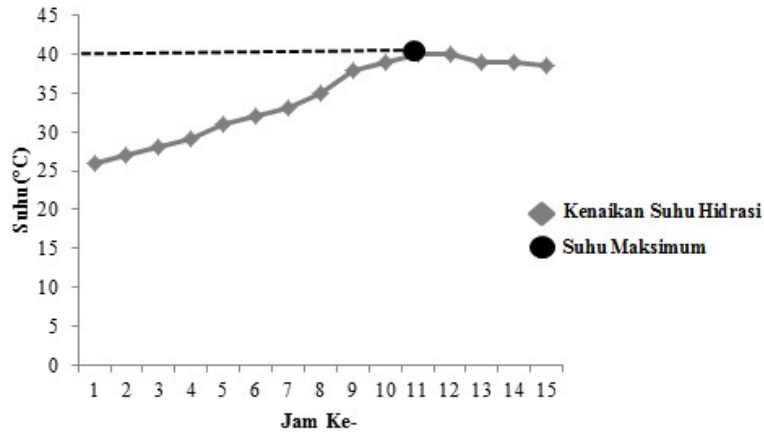
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Pendahuluan

Suhu hidrasi

Suhu hidrasi dilakukan untuk melihat kesesuaian serbuk kayu akasia daun lebar

sebagai bahan baku papan gipsium. Hasil hidrasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran Suhu Hidrasi (*Measurement of Hydration Temperature*)

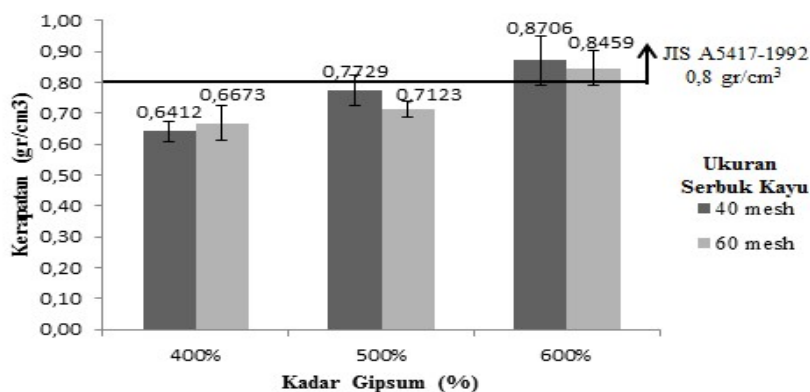
Suhu tertinggi terjadi pada jam ke-11 yang mencapai suhu 40°C. Adanya kenaikan suhu pada pengujian hidrasi diakibatkan oleh adanya reaksi eksotermik antara gipsium, serbuk kayu dan air. Nilai tersebut menunjukkan bahwa serbuk kayu akasia daun lebar yang digunakan memberikan pengaruh baik sebagai bahan pengisi papan gipsium. Hal ini mengacu pada klasifikasi LPHH Bogor dalam Putra (2017) bahwa untuk hasil uji hidrasi yang berada antara 36°C hingga 41°C termasuk dalam kategori cukup baik sehingga serbuk kayu akasia daun lebar dapat

digunakan sebagai bahan papan gipsium. Kesesuaian suhu dalam kategori sedang menunjukkan bahwa serbuk kayu akasia daun lebar tidak mengandung banyak zat ekstraktif yang dapat menghambat pengerasan gipsium, sehingga ikatan antara gipsium dan serbuk kayu dapat berlangsung dengan baik.

Sifat Fisik Papan Gipsium

Kerapatan

Nilai rerata kerapatan papan gipsium hasil penelitian ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Rerata ± SD Kerapatan Papan Gipsium (*The average ± SD density of Gypsum Board*)

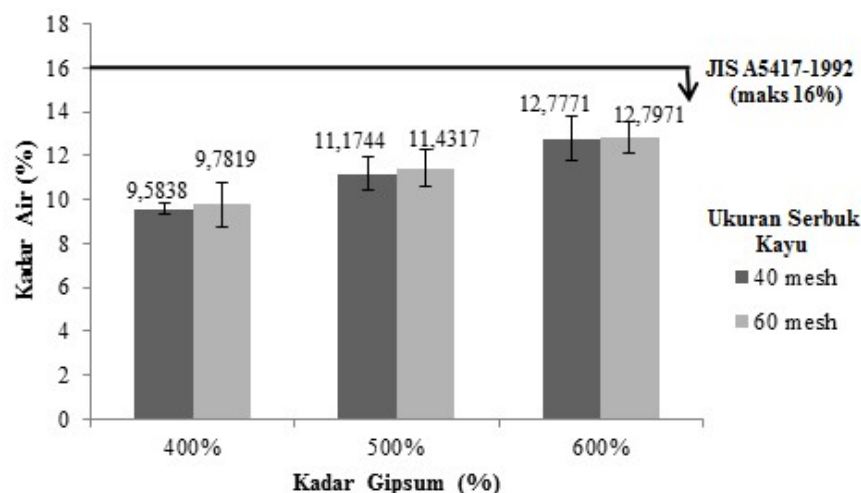
Seluruh nilai kerapatan papan gipsum tidak ada yang memenuhi kerapatan target ($1,2 \text{ gr/cm}^3$). Hal ini dikarenakan papan yang dibuat melebihi target ketebalan yang diinginkan. Hal ini diduga saat pelepasan dari cetakan dan klem, papan mengembang kembali, sehingga susunan komponen bahan dalam papan tidak rapat dan memungkinkan adanya pori-pori papan yang tidak tertutup sehingga menyebabkan tebal papan menjadi besar sementara kerapatan papan menjadi kecil. Hal ini sejalan dengan Bakri *et al.* (2006) yang melakukan pengekleman selama 24 jam dan menyatakan bahwa kerapatan tidak tercapai dikarenakan ketebalan papan melebihi target.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kadar gipsum memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kerapatan papan gipsum. Kerapatan papan gipsum bertambah seiring dengan meningkatnya kadar gipsum yang ditambahkan. Hal ini diduga karena gipsum dengan kadar yang

tinggi akan mengikat partikel kayu lebih erat sehingga kerapatan papan gipsum semakin tinggi. Hasil penelitian ini didukung penelitian Hamdi (2013), yang menyatakan bahwa semakin banyak gipsum yang digunakan, maka semakin erat ikatan antar serbuk kayu yang menyebabkan kerapatan semakin tinggi. Shiroma *et al.* (2016) menyatakan nilai kerapatan papan rendah dikarenakan penggunaan serbuk kayu yang banyak (penggunaan gipsum sedikit) yang menyebabkan porositas kayu semakin tinggi. Hasil keseluruhan penelitian menunjukkan hanya satu perlakuan yang memenuhi standar JIS A 5417:1992 yaitu pada papan gipsum dengan kadar gipsum 600% dari berat serbuk kayu. Sedangkan papan gipsum dengan kadar gipsum 400% dan 500% dari berat serbuk kayu tidak memenuhi standar JIS A5417-1992.

Kadar Air

Nilai rerata kadar air papan gipsum disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai Rerata \pm SD Kadar Air Papan Gipsium (*The average \pm SD moisture content of Gypsum Board*)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kadar gipsum memberikan

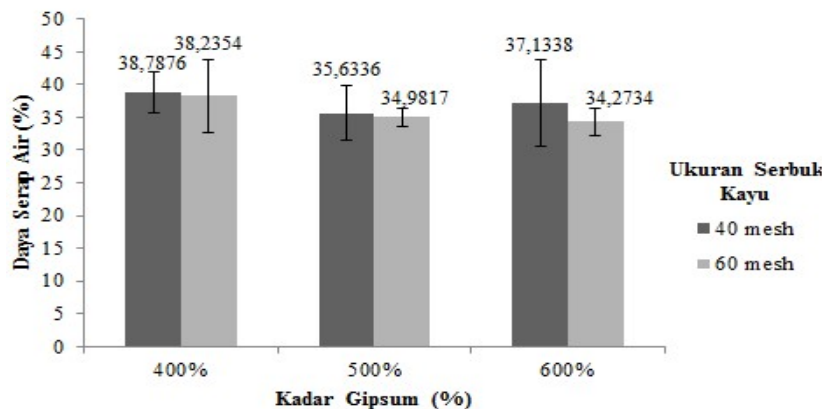
pengaruh sangat nyata terhadap kerapatan papan gipsum. Semakin

tinggi penambahan gipsum, semakin tinggi pula kadar air papan gipsum. Hal ini diduga karena penambahan gipsum yang tinggi menciptakan struktur papan yang rapat dan pori-pori papan yang kecil, sehingga air yang tertahan pada papan gipsum akan sulit menguap yang menyebabkan kadar air semakin tinggi. Selain itu, gipsum memiliki kemampuan dalam menyerap air, sehingga semakin banyak gipsum yang digunakan maka air yang diikat akan semakin banyak sehingga meningkatkan kadar air. Hasil penelitian ini didukung

penelitian Hendrik dalam Amaliah dan Hamdi (2015), semakin banyak penambahan gipsum pada papan, maka kadar air papan akan semakin tinggi dikarenakan gipsum memiliki sifat absorben air sehingga air yang diikat semakin banyak. Seluruh nilai kadar air papan gipsum yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5417-1992 yang mensyaratkan kadar air maksimal 16%.

Daya Serap Air

Nilai rerata daya serap air papan gipsum disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Nilai Rerata \pm SD Daya Serap Air Papan Gipsum (*The average \pm SD water absorption of Gypsum Board*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin sedikit kadar gipsum semakin tinggi pula daya serap air papan gipsum. Menurut Trisnayanti *et al.* (2014) menyatakan bahwa daya serap air semakin tinggi apabila serbuk kayu semakin bertambah. Hal ini diduga papan gipsum dengan serbuk kayu yang lebih banyak akan menyebabkan kerapatan papan menjadi rendah sehingga air lebih mudah masuk ke dalam pori-pori papan gipsum. Papan gipsum yang memiliki kerapatan rendah memiliki pori-pori yang lebih banyak

dibanding dengan papan gipsum berkerapatan tinggi, sehingga saat papan gipsum direndam kedalam air papan gipsum tersebut akan lebih mudah menyerap air yang menyebabkan air yang diserap menjadi lebih banyak dibanding papan gipsum berkerapatan tinggi.

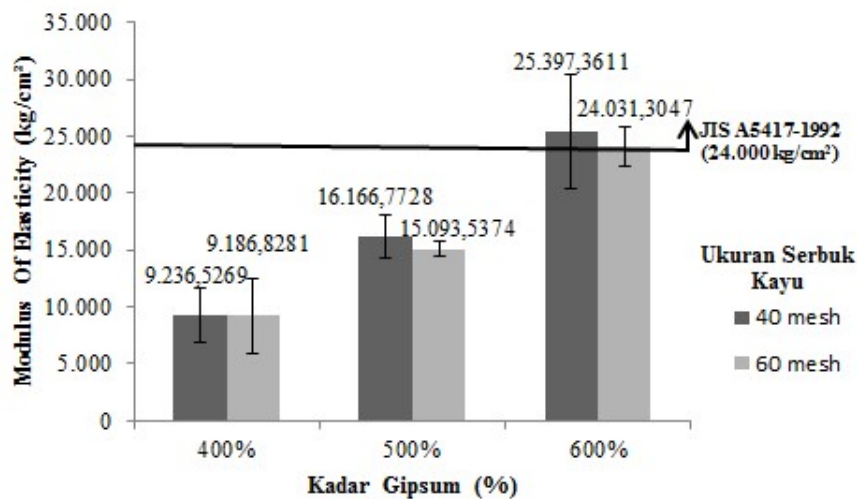
Nilai rerata daya serap air menunjukkan semakin besar ukuran partikel maka semakin banyak penyerapan air. Menurut Hamdi (2013) menyatakan bahwa ukuran serbuk kayu yang besar memiliki rongga yang lebih

banyak pada papan sehingga lebih mudah menyerap air. Nilai daya serap air tidak disyaratkan dalam JIS A 5417-1992. Pengujian dilakukan karena berpengaruh terhadap ketahanan papan

dalam penggunaannya yang berhubungan langsung dengan cuaca.

Pengembangan Tebal

Nilai rerata pengembangan tebal papan gipsum disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Rerata \pm SD Pengembangan Tebal Papan Gipsum (*The average \pm SD thickness swelling of Gypsum Board*)

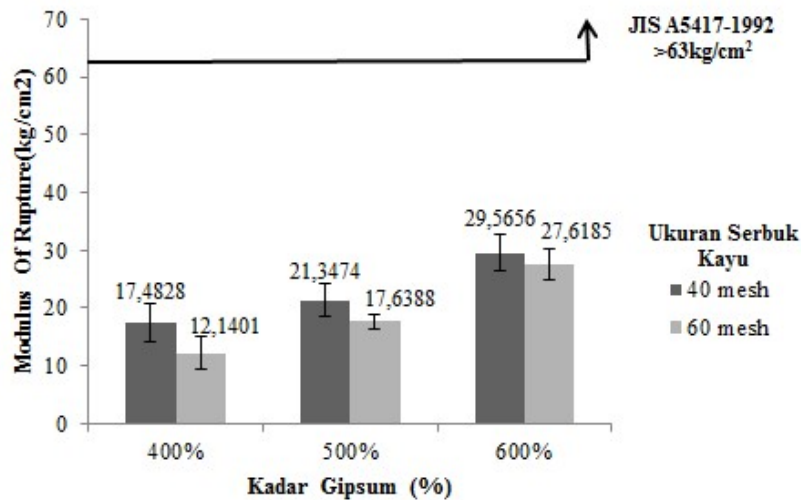
Nilai rerata pengembangan tebal menunjukkan bahwa semakin rendah kadar gipsum semakin rendah pula pengembangan tebal papan. Hamdi (2013) menyatakan bahwa papan gipsum dengan kadar gipsum yang tinggi yang berarti jumlah serbuk kayu lebih sedikit akan mengikat serbuk kayu lebih erat sehingga kerapatan papan gipsum semakin tinggi yang menyebabkan air sulit masuk sehingga pengembangan tebal berkurang. Nilai rerata pengembangan tebal menunjukkan semakin besar ukuran serbuk kayu maka semakin besar pengembangan tebalnya. Menurut Armaya *et al.* (2013) semakin besar ukuran serbuk kayu maka pengembangan tebalnya akan semakin besar dikarenakan serbuk kayu

besar akan membuat banyak rongga pada papan sehingga air lebih mudah masuk ke dalam papan yang menyebabkan pengembangan tebal meningkat. Pengembangan tebal berhubungan dengan daya serap air. Umumnya semakin tinggi daya serap air, maka semakin tinggi pula pengembangan tebalnya. Seluruh nilai pengembangan tebal papan gipsum pada penelitian ini memenuhi standar JIS A 5417-1992 yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal maksimal 8,3%

Sifat Mekanik Papan Gipsum

MOE (Modulus Of Elasticity)

Nilai rerata MOE papan partikel dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai Rerata ± SD MOE Papan Gypsum (*The average ± SD MOE of Gypsum Board*)

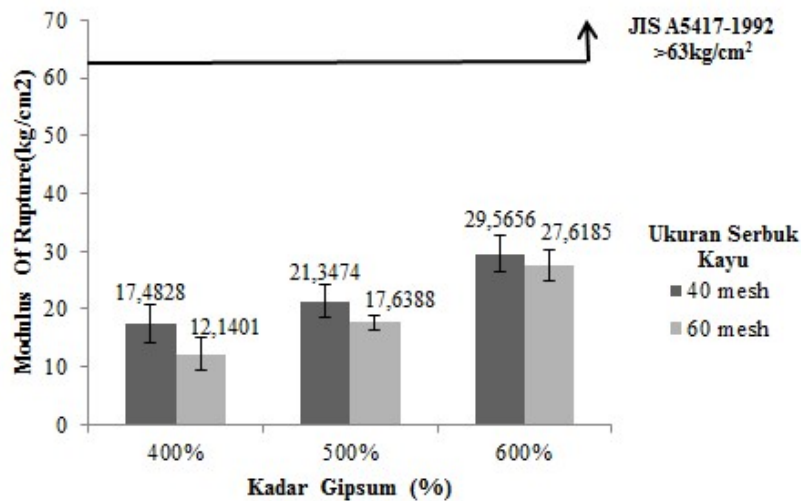
Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kadar gipsum berpengaruh terhadap nilai *Modulus Of Elasticity* papan gipsum. Semakin banyak kadar papan gipsum maka semakin besar pula nilai MOE papan. Hal ini diduga karena serbuk gipsum yang lebih banyak akan lebih kuat mengikat serbuk kayu sehingga elastisitas papan gipsum meningkat. Papan gipsum dengan nilai MOE yang lebih tinggi cenderung memiliki kerapian yang tinggi pula. Semakin besar kerapian maka susunan serbuk kayu menjadi lebih padat sehingga ketika papan diberi beban, papan akan menahan beban lebih lama sehingga memberikan hasil MOE yang tinggi. Hasil penelitian ini didukung penelitian Sudin dan Shaari (1991),

semakin banyak kadar gipsum semakin tinggi pula kekuatan lenturnya. Simbolon *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa jumlah perekat yang lebih banyak akan memperkuat ikatan antar serbuk kayu sehingga nilai MOE semakin tinggi pula.

Nilai MOE yang memenuhi standar JIS A5417-1992 adalah papan gipsum dengan kadar gipsum 600% ukuran serbuk kayu lolos 20 mesh tertahan 40 mesh dan papan gipsum dengan kadar gipsum 600% ukuran serbuk kayu lolos 40 mesh tertahan 60 mesh. Nilai MOE standar JIS A5417-1992 mensyaratkan minimal 24.000 kg/cm².

MOR (Modulus Of Rupture)

Nilai rerata MOR papan partikel dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai Rerata \pm SD MOR Papan Gypsum (*The average \pm SD MOR of Gypsum Board*)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor kadar gipsum berpengaruh sangat nyata terhadap nilai MOR papan gipsum. Semakin banyak penambahan gipsum semakin tinggi nilai MOR nya. Menurut Hamdi (2014), semakin tinggi kadar gipsum semakin tinggi pula modulus patah (MOR). Peningkatan nilai MOR ini diduga karena dengan meningkatnya jumlah gipsum (perekat) yang digunakan maka ikatan antar serbuk kayu akan semakin tinggi sehingga meningkatkan kemampuan papan untuk menahan beban hingga batas maksimum. Sejalan dengan Noor (2007) semakin sedikit serbuk kayu yang digunakan, ikatan antar serbuk kayu akan lebih kuat sehingga nilai MOR semakin tinggi.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa ukuran serbuk kayu berpengaruh nyata terhadap nilai MOR yang dihasilkan. Semakin besar ukuran serbuk kayu maka semakin besar pula

nilai MOR nya. Hal ini diduga karena semakin besar ukuran serbuk kayu maka semakin kecil luas permukaannya sehingga membutuhkan gipsum yang lebih sedikit untuk mengikat serbuk kayu. Hasil penelitian ini didukung penelitian Purwanto (2013) yang menyatakan papan gipsum dengan ukuran serbuk kayu yang lebih besar akan memiliki nilai MOR yang lebih besar dibanding papan gipsum dengan ukuran serbuk kayu kecil. Hal serupa juga dari Adamopoulos *et al.* (2015) menyatakan papan gipsum dengan serbuk kayu kasar memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibanding dengan papan gipsum serbuk kayu halus. Seluruh nilai MOR papan gipsum pada penelitian ini tidak memenuhi standar JIS A5417-1992 yang mensyaratkan nilai MOR minimal 63 kg/cm^2 .

KESIMPULAN

1. Faktor kadar gipsum berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan,



kadar air, *Modulus Of Elasticity* (MOE) dan *Modulus Of Rupture* (MOR). Faktor ukuran serbuk kayu berpengaruh nyata terhadap *Modulus Of Rupture* (MOR). Untuk interaksi terhadap faktor kadar gipsium dan ukuran serbuk kayu tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, daya serap air, *Modulus Of Elasticity* (MOE) dan *Modulus Of Rupture* (MOR).

2. Seluruh nilai kadar air dan pengembangan tebal papan gipsium memenuhi standar JIS A5417-1992. Pada kerapatan dan MOE pada papan gipsium yang memenuhi standar hanya pada papan gipsium dengan kadar gipsium 600% dengan ukuran serbuk kayu lolos 20 mesh tertahan 40 mesh maupun ukuran lolos 40 mesh tertahan 60 mesh. Nilai MOR pada papan gipsium tidak memenuhi standar JIS A5417-1992.
3. Berdasarkan total nilai rekapitulasi papan gipsium terbaik terdapat kadar gipsium 600% dari massa serbuk kayu dan ukuran serbuk limbah kayu akasia daun lebar (*A. mangium* W.) lolos 20 mesh tertahan 40 mesh dan memenuhi standar JIS A 5417-1992 kecuali nilai *Modulus Of Rupture* (MOR).

SARAN

1. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi kerapatan yang tidak sesuai target dan untuk meningkatkan nilai MOE (*Modulus Of Elasticity*) dan MOR (*Modulus Of Rupture*).

2. Papan yang akan diuji sebaiknya diberi pelapis berupa kertas agar memperbaiki sifat fisik dan mekanik papan gipsium.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamopoulos S, Dafni F, Elias V, Costas P. 2015. Manufacturing and Properties of Gypsum-Based Products with Recovered Wood and Rubber Materials. *BioResource* 10(3): 5573-5585.
- Armaya R, Evalina H, Tito S. 2013. Karakteristik Fisis dan Mekanis Papan Semen Bambu Hitam (*Gigantochloa atroviolacea* Widjaja) dengan Dua Ukuran Partikel. *Peronema Forestry Science Journal* 2 (1)
- Bakri, Gunawan E, Sanusi D. 2006. Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Kayu Semen-Serbuk Gergaji. *Jurnal Parrenial* 2(1): 38-41
- College JW, Shane L, Mark H. 2014. System And Method For The Production Of Gypsum Board Using Starch Pellets. *United State Patent Document* (8,882,943 B2)
- Hamdi S, Arhamsyah. 2010. Sifat Fisis Mekanis Papan Partikel dari Limbah Kayu Gergajian Berdasarkan Ukuran Partikel. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 2 (2): 13-17
- Hamdi S. 2013. Sifat Fisis Papan Gypsum dari Limbah Gergajian Kayu. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 5 (1): 9-15
- Hamdi S. 2014. Sifat Mekanik Papan Gypsum dari Serbuk Limbah Kayu Non Komersial. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 6 (2): 1-6



- Indera RK, Enden M, Naufal F. 2018. Stabilisasi Tanah Lempung Lunak dengan Manfaat Limbah Gypsum dan Pengaruhnya Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR). *Jurnal Fondasi* 7 (1): 22-31
- Maail RS, Dede H, Yusuf SH. 2006. Pembuatan Semen-Gypsum dari Core Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Menggunakan Teknologi Pengerasan *Autoclave*. *Jurnal Parennial* 2 (2): 12-18
- Noor GS. 2007. Pengaruh Variasi Berat Partikel Terhadap Sifat Papan Gypsum. Badan Litbang Daerah Provinsi Kalimantan Selatan, Banjarmasin.
- Purwanto D. 2013. Papan Gypsum dari Serbuk Kayu dan Senyawa Bor Terhadap Sifat Mekanik dan Uji Bakar. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 5 (2): 1-8
- Putra IKAAA, M. Dirhamsyah, Gusti ET. 2017. *Mechanical and Physical Properties Of Cement Particle Board Made From Trunk Of Pandan Mengkuang (Pandanus atrocarpu* Griff). *Jurnal Hutan Lestari* 5 (4): 908-915
- Shiroma L, Camarin G, Beraldo AL. 2016. Effect of Wood Particle Treatment on The Properties of Gypsum Plaster Pastes and Composites. *Matêria (Rio de Janerio)* 4
- Simbolon IL, Tito S, Rudi H. 2015. Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Semen- Partikel terhadap Kualitas Papan Semen dari Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild). *Peronema Forestry Science* 4 (1)
- Trisna H, Alimin M. 2012 Analisis Sifat Fisis dan Mekanik Papan Komposit Gypsum Serat Ijuk Dengan Penambahan Boraks (*Dinatrium Tetraborat Decahydrate*). *Jurnal Fisika Unand* 1 (1): ISSN 2302-849
- Trisnayanti Y, Eko S, M Lutfi F, Irwan K. 2014. Mutu Papan Gypsum dari Serat Daun Nanas dan Serbuk Gergaji Kayu Meranti dan Implementasinya Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendipa* 1 (1): 33-41