

Pengaruh Presentase Massa Partikel Kayu dan Serat Lidah Mertua pada *Core* terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel

Febri Erni Yetti*, Mora

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus UNAND Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

*febrierniyetti1@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian tentang pengaruh variasi massa partikel kayu dan serat lidah mertua pada *core* (inti) terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel perekat resin epoksi telah dilakukan. Sifat fisis yang diuji meliputi kerapatan, kadar air, dan daya serap air sedangkan pengujian sifat mekanis meliputi kuat lentur, kuat tekan dan kuat tekan sejajar. Papan partikel ini dibuat dengan memvariasikan komposisi partikel serbuk kayu dan lidah mertua yang lolos ayakan 50 mesh sebagai *filler* pada *core* dengan tiga variasi komposisi yaitu 0%:30%, 15%:15% dan 30%:0% sedangkan kadar resin epoksi 10%. Bagian lapis muka papan dibuat dengan komposisi partikel serbuk kayu yang lolos ayakan 100 mesh sebesar 20% dan kadar resin epoksi 10%. Hasil uji sifat fisis menunjukkan bahwa papan partikel komposit memenuhi ketentuan SNI 03-2105-2006 berdasarkan kadar air dan daya serap air, namun memiliki kerapatan yang melewati batas standar SNI 03-2105-2006. Selain itu, uji sifat mekanis yaitu kuat tekan sejajar memenuhi standar SNI 03-2105-2006, sedangkan pada kuat lentur (MOE) dan kuat tekan (MOR) tidak memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Variasi massa yang terbaik dalam pembuatan papan partikel yaitu dengan menggunakan variasi massa *core* antara serbuk kayu (30%) dan serat lidah mertua (0%).

Kata kunci: papan partikel, resin epoksi, serat lidah mertua, dan serbuk kayu.

ABSTRACT

The study about the effect of mass variations of wood particles and the sansevieria fiber in the cores (core) to the physical and mechanical characteristics of particle boards using adhesive epoxy resin has been carried out. The physical characteristics tested include density, moisture content, and water absorption while mechanical characteristics testing includes flexural strength, compressive strength and parallel compressive strength. Particle board has been made by varying the composition of wood dust particles and sansevieria that pass 50 mesh sieve as a filler on the core with three various concentrations which including of 0%:30%, 15%:15% and 30%:0% while the epoxy resin content is 10%. The faceplate is made with wood powder particle composition which passes 100 mesh sieve by 20% and epoxy resin content is 10%. The physical characteristics test results show that the composite particle board meets the requirements of SNI 03-2105-2006 based on moisture content and water absorption, but has a density that exceeds the SNI 03-2105-2006 standard limits. In addition, the mechanical characteristics test that is parallel compressive strength meets SNI 03-2105-2006 standards, while the flexural strength (MOE) and compressive strength (MOR) do not meet SNI 03-2105-2006 standards. The best mass variation in making particle board is by using core mass variation between wood particles (30%) and sansevieria (0%).

Keywords: particle board, epoxy resin, sansevieria fiber, and wood particle.

I. PENDAHULUAN

Pasokan kayu untuk industri perkerajinan saat ini terbatas setiap tahun seiring dengan meningkatnya kebutuhan rumah tangga yang terbuat dari papan. Meningkatnya kebutuhan industri perkerajinan di Indonesia menyebabkan ketersediaan kayu di hutan semakin terbatas baik jumlah maupun kualitasnya. Keterbatasan tersebut berpengaruh terhadap kebutuhan bahan baku bagi industri papan. Keterbatasan bahan kayu tersebut dapat dipenuhi dengan mendapatkan material pengganti kayu, diantaranya adalah dengan membuat papan partikel. Papan partikel adalah papan tiruan yang dapat dibuat dari limbah potongan atau limbah industri kehutanan, perkebunan dan pertanian yang direkat dengan bahan perekat melalui proses penekanan. Potongan atau partikel limbah yang digunakan bisa didapatkan dari bahan ber mutu rendah seperti sisa bubutan, sisa kayu gergajian, potongan serat dan lainnya yang mengandung lignin dan selulosa (Purwanto, 2016).

Penggunaan bahan sisa mengandung lignoselulosa seperti limbah serbuk kayu dalam produksi papan partikel dianggap memuaskan dan meningkatkan mutu akhir produk. Selain itu,

pemakaian bahan tersebut juga mengurangi penggunaan kayu alam (Santos dkk., 2014). Selain serbuk kayu, banyak juga serat alam yang mengandung bahan lignoselulosa seperti serat lidah mertua (*sansevieria trifasciata*) yang memiliki selulosa tinggi dan lignin yang berperan sebagai kekuatan serat (Sreenivasan dkk., 2011). Mahendra dkk. (2018) pada penelitiannya tentang pembuatan papan komposit *polypropylene* berpenguat serat lidah mertua tipe homogen memperoleh hasil nilai kuat lentur (*modulus of elasticity*) lebih tinggi ketika serat disusun teratur dari pada serat acak.

Nasution dan Mora (2018) melakukan penelitian tentang pengaruh massa partikel ampas tebu dan partikel tempurung kelapa terhadap sifat fisis dan mekanis komposit papan partikel perekat resin epoksi. Penelitian tersebut membuat papan partikel secara homogen (satu lapis) dengan menggunakan suhu pengempaan 150 °C selama 10 menit. Sifat fisis dan mekanis papan partikel yang didapatkan pada penelitian tersebut telah memenuhi standar mutu SNI 03-2105-2006 kecuali untuk pengujian kerapatan dan MOE. Namun papan partikel homogen masih menyisakan banyak limbah. Limbah dari papan partikel homogen dapat ditanggulangi dengan cara mengganti pembuatan papan partikel homogen menjadi papan partikel berlapis. Papan partikel berlapis dapat meningkatkan kekuatan dari papan partikel. Haygreen dan Bowyer (1993) menyatakan bahwa salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan papan komposit adalah dengan penambahan bahan pelapis pada kedua permukaan papan komposit tersebut. Bahan pelapis memungkinkan untuk menaikkan kekuatan lengkung dan ketegaran papan tersebut dengan mengubah sifat-sifat permukaan dan inti (*core*).

Prayitno dan Ringgar (2011) melakukan penelitian tentang papan partikel bambu petung berlapis muka partikel feses sapi dengan perekat urea formaldehida. Hasil penelitian didapatkan nilai kerapatan papan partikel berkisar antara 0,67 g/cm³-0,72 g/cm³. Nilai kadar air berkisar 9,48%-10,47%, nilai daya serap air 58,68%-61,9%. Nilai kuat lentur papan partikel berkisar antara 384,29 kg/cm²-856,77 kg/cm², nilai kuat tekan berkisar antara 38,86 kg/cm²-56,55 kg/cm². Teknologi papan partikel berlapis dapat memberikan peluang pemanfaatan jenis ukuran partikel yang beragam sehingga pemanfaatan limbah dapat dilakukan secara optimal, seperti misalnya menggunakan ukuran partikel yang besar sebagai lapisan tengah dan ukuran partikel ukuran yang kecil sebagai lapisan atas dan bawah. Endriatno dkk. (2015) telah melakukan tentang analisis sifat mekanik komposit *sandwich* serat pelepah pisang dengan *core* kayu biti. Bahan yang digunakan adalah serat pelepah pisang ditambah dengan *core* kayu biti dan resin epoksi sebagai matriks. Prosedur penelitian diawali dengan persiapan bahan, pembuatan *core* dan dilanjutkan dengan pembuatan komposit. Hasil penelitian yang didapatkan dimana nilai kuat tekan sejajar semakin meningkat dengan penambahan *core* kayu biti.

II. METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kayu, serat lidah mertua dan resin epoksi. Serbuk kayu dan lidah mertua dibersihkan dan dikeringkan, kemudian digrinding untuk memperkecil ukuran sehingga mempermudah proses penggilingan. Partikel dibuat dengan metode penggilingan *ball mill* yang menggunakan bola besi sebagai penghancur bahan. Bahan kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh dan 50 mesh serta hasil ayakan akan digunakan sebagai pengisi papan partikel.

Pembuatan papan partikel terlebih dahulu dimulai dengan membuat *core* papan dengan cara mencampurkan partikel serbuk kayu dan partikel serat lidah mertua berukuran 50 mesh dengan perbandingan massa 0%:30%, 15%:15%, 30%:0% serta perekat dan katalis dengan komposisi 10 % dari massa total 90 gram yang kemudian diaduk dengan *mixer* sampai homogen. Bahan *core* yang telah homogen kemudian dimasukkan kedalam sepertiga bagian cetakan dan ditekan dengan *hot packing press* 2 ton pada suhu 150°C selama 10 menit dan dikeluarkan dari cetakan.

Langkah kedua adalah pembuatan papan partikel dengan pelapis. Partikel berukuran 100 mesh dengan massa 20% diaduk bersama perekat dan katalis dengan massa 10% sampai homogen kemudian dimasukkan kedalam sepertiga bagian dari cetakan sebagai pelapis bagian bawah. Setelah pelapis bagian bawah kemudian diletakkan dibagian atasnya *core* atau inti yang telah dibuat sebelumnya. Setelah bagian inti dimasukkan kemudian ditambahkan bagian pelapis

atas yang bermassa sama dengan lapisan bagian bawah dan ditekan dengan *hot packing press* 2 ton pada suhu 150°C selama 10 menit. Sampel kemudian dikeringkan selama 24 jam dan dilakukan uji sifat fisis dan uji mekanis.

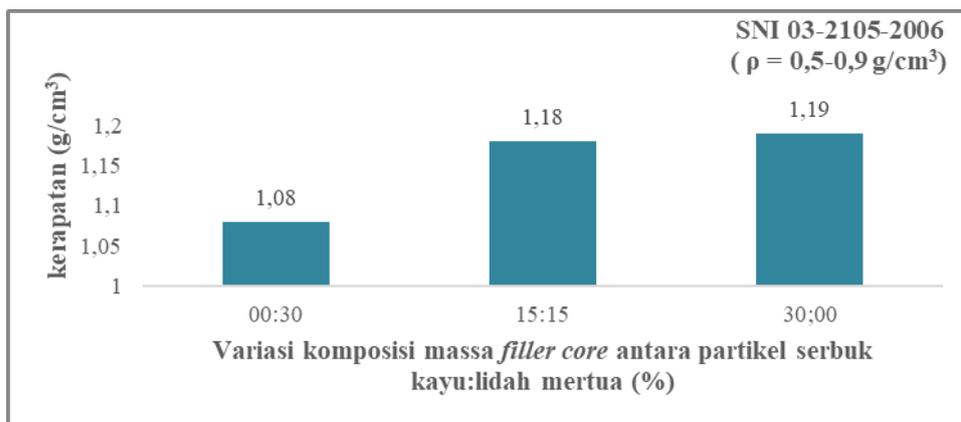
Pengujian sifat fisis dan mekanis papan partikel dilakukan berdasarkan standar SNI 03-2105-2006. Parameter uji sifat fisis yang akan dilakukan adalah kerapatan, kadar air, dan daya serap air. Sedangkan untuk uji sifat mekanis yang diuji adalah *Modulus of Elasticity* (MOE), *Modulus of Rupture* (MOR) dan kuat tekan sejajar.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Uji Sifat Fisis

3.1.1 Kerapatan

Kerapatan atau densitas merupakan sifat fisis yang menunjukkan perbandingan antara massa benda terhadap volume. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan hasil pengujian kerapatan seperti pada Gambar 1. Nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan (1,08-1,19) g/cm^3 . Kerapatan terendah papan partikel terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 0%:30% dengan kerapatan 1,08 g/cm^3 , sedangkan nilai kerapatan tertinggi papan partikel terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 30%:0% dengan kerapatan 1,19 g/cm^3 . Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan komposisi partikel serbuk kayu pada bagian *core* papan dapat meningkatkan kerapatan papan partikel yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena massa jenis bahan baku yang digunakan, keberadaan massa jenis partikel serbuk kayu (0,38 g/cm^3) lebih tinggi dibandingkan massa jenis partikel serat lidah mertua (0,18 g/cm^3) dan berat jenis resin epoksi (1,17 g/cm^3) memberikan peningkatan densitas papan partikel pada setiap penambahan komposisi serbuk kayu.



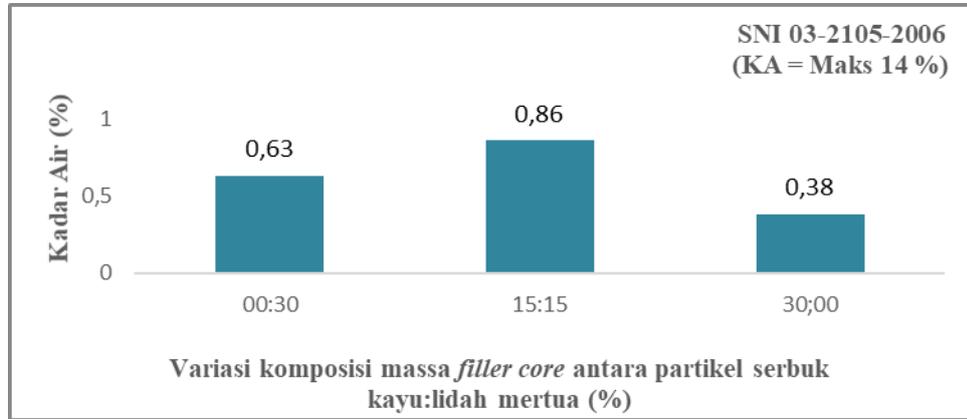
Gambar 1 Grafik kerapatan papan partikel

Muharam (1995) mengatakan bahwa faktor penting yang mempengaruhi nilai kerapatan papan partikel adalah massa jenis bahan baku dan banyaknya bahan pada lembaran (kepadatan lembaran). Selain itu, dapat dipengaruhi pula oleh kondisi proses produksi terutama proses pengempaan, pengeringan bahan baku, kadar perekat dan bahan tambahan lainnya. Standar SNI 03-2105-2006 menjelaskan bahwa kerapatan papan partikel yaitu (0,5-0,9) g/cm^3 , maka kerapatan papan partikel yang didapat dalam penelitian ini melampaui standar mutu yang ditetapkan. Berdasarkan nilai kerapatan yang didapat untuk semua variasi komposisi papan partikel menunjukkan nilai kerapatan diatas 1,08 g/cm^3 dapat dikategorikan ke dalam papan partikel berkerapatan tinggi dimana nilai kerapatan atau densitas papan partikel lebih dari 0,8 g/cm^3 (Maloney, 1993).

3.1.2 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat fisis papan partikel yang menunjukkan selisih dari berat papan sebelum dan sesudah pengovenan yang dinyatakan dalam %. Gambar 2 menunjukkan nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan (0,38-0,86)%. Nilai kadar air papan partikel terendah terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 30%:0% yaitu 0,38

%, sedangkan nilai kadar air tertinggi papan partikel terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 15%:15% yaitu 0,86 %. Hal ini dikarenakan oleh pada saat pengempaan tidak semua uap air dapat dikeluarkan dari papan.

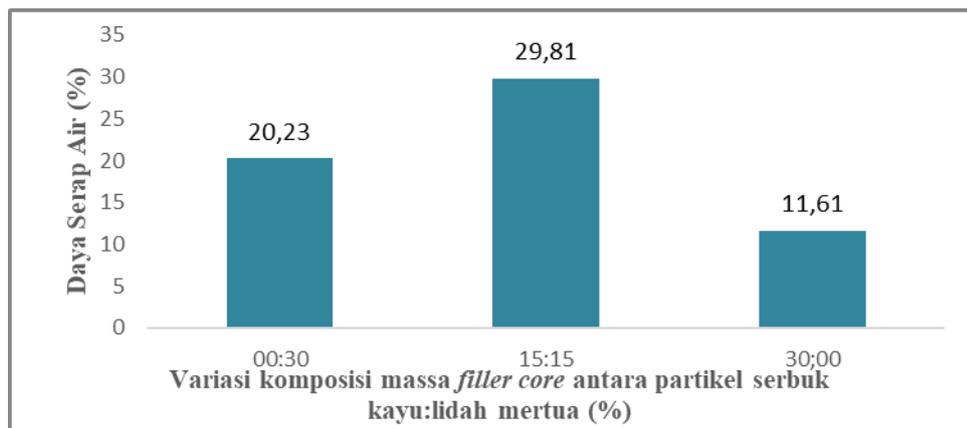


Gambar 2 Grafik kadar air papan partikel

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kadar air papan partikel yang ditetapkan tidak melebihi 14%. Nilai kadar air yang didapatkan untuk seluruh variasi komposisi papan partikel yang didapatkan pada penelitian ini memenuhi standar papan partikel.

3.1.3 Daya Serap Air

Daya serap air memperlihatkan bagaimana kemampuan dari papan partikel untuk menyerap air selama 24 jam. Gambar 3 menunjukkan nilai daya serap air papan partikel yang dihasilkan (11,61-29,81)%. Nilai daya serap air terendah terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 30%:0% yaitu 11,61%, sedangkan nilai daya serap air tertinggi terdapat pada papan partikel dengan komposisi *filler* bagian *core* 15%:15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 15%:15% memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi lain. Hal ini diduga karena pada kondisi ini *filler* memiliki komposisi yang sama sehingga sifat higroskopis lidah mertua dan kandungan selulosa pada serbuk kayu yang cukup besar menyebabkan papan memiliki sifat fisis lebih homogen. Akibatnya, papan mudah menyerap air.



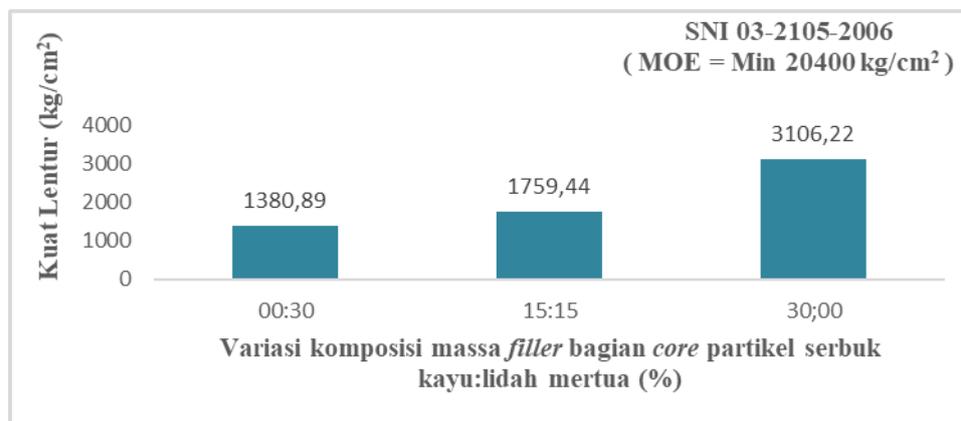
Gambar 3 Grafik daya serap air papan partikel

Berdasarkan SNI 03-2105-2006 tidak mensyaratkan nilai daya serap air, akan tetapi uji nilai daya serap air ini perlu dilakukan karena uji ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk menentukan penggunaan dari papan partikel ini, apakah layak digunakan pada eksterior atau hanya untuk interior. Berdasarkan hasil pengujian yang menunjukkan nilai daya serap air berkisar (11,61-29,81) %, maka papan partikel ini direkomendasikan untuk keperluan eksterior (Sutigno, 1994).

3.2 Uji Sifat Mekanis

3.2.1 Kuat Lentur (MOE)

Kuat lentur dari papan partikel diuji menggunakan jarak sangga 8 cm dengan memberikan beban yang tegak lurus terhadap permukaan sampel. Gambar 4 menunjukkan nilai kuat lentur (MOE) yang dihasilkan berkisar antara (1380,89-3106,22) kg/cm^2 . Nilai kuat lentur terendah terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 0%:30%, sedangkan nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 30%:0%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan partikel serbuk kayu pada bagian *core* papan dapat meningkatkan nilai kuat lentur papan partikel, hal ini dikarenakan pada komposisi ini memiliki nilai kerapatan yang lebih tinggi dari pada komposisi lain. Nilai kuat lentur papan meningkat seiring dengan penambahan serbuk kayu pada *core* papan partikel.

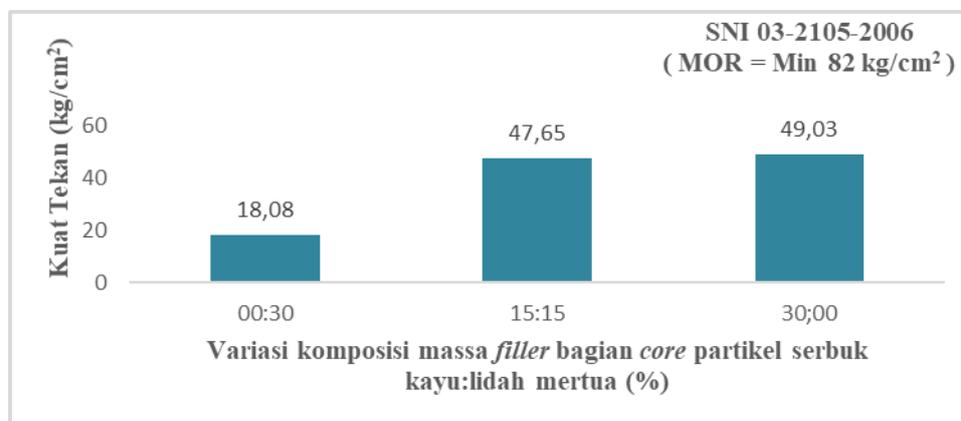


Gambar 4 Grafik kuat lentur papan partikel

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kuat lentur (MOE) papan partikel yang ditetapkan minimal 20.400 kg/cm^2 . Dengan demikian nilai kuat lentur papan partikel yang didapatkan pada penelitian ini untuk semua variasi komposisi massa belum memenuhi standar papan partikel yang disyaratkan.

3.2.2 Kuat Tekan (MOR)

Kuat tekan (MOR) adalah sifat mekanis papan yang menunjukkan kekuatan dalam menahan beban yang diperoleh bersamaan dengan pengujian MOE. Gambar 5 menunjukkan nilai kuat tekan (MOR) yang dihasilkan (18,08-49,03) kg/cm^2 . Nilai kuat tekan terendah terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 30%:0%, sedangkan nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* 30%:30%.



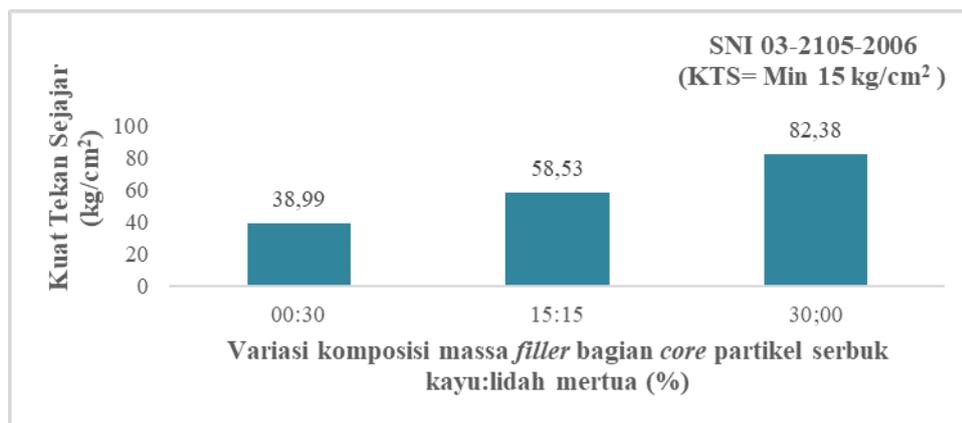
Gambar 5 Grafik kuat tekan papan partikel

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menambahkan partikel serbuk kayu pada bagian *core* menyebabkan nilai kuat tekan papan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena komposisi ini memiliki nilai kerapatan yang lebih tinggi dari pada komposisi lain. Sehingga nilai kuat tekan papan meningkat seiring dengan penambahan serbuk kayu pada *core* papan partikel. Muharam (1995) menyatakan bahwa semakin rapat dan semakin luas daerah kontak antar partikel, akan menghasilkan kekuatan lembaran yang semakin tinggi.

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kuat tekan papan partikel yang ditetapkan minimal 82 kg/cm^2 . Nilai kuat tekan yang didapatkan untuk seluruh variasi komposisi papan partikel yang didapatkan pada penelitian ini belum memenuhi standar papan partikel.

3.2.3 Kuat Tekan Sejajar

Kuat tekan sejajar adalah sifat mekanis papan yang menunjukkan kekuatan dalam menahan beban. Gambar 6 menunjukkan nilai kuat tekan sejajar papan partikel berkisar antara $(38,99-82,38) \text{ kg/cm}^2$. Nilai kuat tekan sejajar terendah terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* yaitu 0%:30%, sedangkan nilai kuat tekan sejajar tertinggi terdapat pada papan dengan komposisi *filler* bagian *core* yaitu 30%:0%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menambahkan partikel serbuk kayu pada bagian *core* papan menyebabkan nilai kuat tekan sejajar semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena komposisi ini memiliki nilai kerapatan yang lebih tinggi dari pada komposisi lain. Hasil penelitian yang didapat juga didukung oleh penelitian Endriatno dkk. (2015), dimana nilai kuat tekan sejajar semakin meningkat dengan penambahan *core* kayu biti. Kuat tekan sejajar semakin meningkat disebabkan karena terjadinya *interface* antar *core*-resin-matriks yang baik sehingga ikatan partikel semakin kuat.



Gambar 6 Grafik kuat tekan sejajar papan partikel

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kuat tekan sejajar papan partikel yang ditetapkan minimal 15 kg/cm^2 . Dengan demikian nilai kuat tekan sejajar papan partikel yang didapatkan pada penelitian ini untuk semua variasi memenuhi standar papan partikel yang ditetapkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa adanya pengaruh komposisi partikel serbuk kayu dan lidah mertua pada bagian *core* papan terhadap sifat fisis dan sifat mekanis papan partikel. Pada pengukuran sifat fisis didapatkan nilai kerapatan optimum sebesar $1,08 \text{ g/cm}^3$. Nilai kadar air optimum sebesar 0,38 % dan nilai daya serap air optimum sebesar 11,61 %. Pada pengukuran sifat mekanis didapatkan nilai MOE optimum sebesar $3106,22 \text{ kg/cm}^2$, nilai MOR optimum sebesar $49,03 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai kuat tekan sejajar optimum sebesar $82,38 \text{ kg/cm}^2$. Nilai hasil uji optimum menunjukkan kedekatan hasil penelitian dengan ketentuan SNI 03-2105-2006. Hasil uji sifat fisis menunjukkan bahwa papan partikel komposit memenuhi ketentuan SNI 03-2105-2006 berdasarkan kadar air dan daya serap air, namun memiliki kerapatan yang melewati batas standar SNI 03-2105-2006. Selain itu, uji sifat mekanis yaitu kuat tekan sejajar memenuhi standar SNI 03-2105-2006,

sedangkan pada kuat lentur (MOE) dan kuat tekan (MOR) tidak memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Variasi massa yang terbaik dalam pembuatan papan partikel yaitu dengan menggunakan variasi massa *core* antara serbuk kayu (30%) dan serat lidah mertua (0%).

DAFTAR PUSTAKA

- Endriatno, N. Kadir, dan Alim., “Analisa Sifat Mekanik Komposit *Sandwich* Serat Pelepah Pisang dengan *Core* Kayu Biti”, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, **6**(2), hal 1-8, 2015.
- Haygreen, J.G. dan Bowyer, J.L., *Pengantar Hasil Hutan dan Ilmu Kayu* (Gadjah Mada University, Yogyakarta, 1993) hal 528-529.
- Mahendra, A. Suardana, N.P.G. dan Lokantara, IP., “Pengaruh Variasi Panjang Serat terhadap Kekuatan Bending Komposit Polypropylene Daur Ulang Berpenguat Serat *Sansevieria Trifasciata*”, *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*, **7**(4), hal 353-358, 2018.
- Maloney, T.M., *Modren Particle board and Dry Proces Fiberboard Manufacturing* (Miller Freman, Inc., San Fransisco, 2018) hal 161.
- Muharam, A., “Pengaruh Ukuran Partikel dan Kerapatan Lembaran terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Ampas Tebu”, *Skripsi*, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 1995.
- Nasution, W.M. dan Mora., “Analisis Pengaruh Komposisi Partikel Ampas Tebu dan Partikel Tempurung Kelapa terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Komposit Papan Partikel Perekat Resin Epoksi”, *Skripsi*, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, 2018.
- Purwanto, D., “Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Limbah Campuran Serutan Rotan dan Sebuk Kayu”, *Jurnal Riset Industri*, **10**(3), hal 125-133, 2016.
- Prayitno, T.A. dan Ringgar, P.P., “Pengaruh Komposisi Bahan dan Waktu Kempa terhadap Sifat Papan Partikel Serutan Bambu Petung Berlapis Muka Partikel Feses Sapi”, *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (Maperki)*, **XIV**, 2011.
- Santos, M.F.N. Battistelle, R.A.G. Bezerra, B.S. dan Varum, H.S.A., “Comparative Study of the Life Cycle Assessment of Particleboards Made of Residues from Sugarcane Bagasse (*Saccharum* Spp.) and Pine Wood Shavings (*Pinus Elliottii*)”, *Journal of Cleaner Production*, **64**, hal 345-355, 2014.
- Sreenivasan, V.S. Somasundaram, S. Ravindran, D. Manikandan, V. dan Narayanasamy, R., “Microstructural, Physico-Chemical and Mechanical Characterization of *Sansevieria Cylindrica* Fibres an Exploratory Investigation”, *Journal Materials and Design*, **32**, hal 453-461, 2011.
- Standar Nasional Indonesia, *Mutu Papan Partikel*, SNI 03-2105-2006, (Badan Standar Nasional, Jakarta, 2006).
- Sutigno, P., *Teknologi Papan Partikel Datar* (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehidupan, Bogor, 1994).