

PAPAN PARTIKEL AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*) DENGAN PEREKAT HIGH DENSITY POLYETHYLENE

BAGASSE (Saccharum officinarum) PARTICLE BOARD WITH HIGH DENSITY POLYETHYLENE ADHESIVE

Abu Hasan¹, Muhammad Yerizam¹, Mutmainnah Ningtyas Kusuma*¹
¹(Program Studi Teknologi Kimia Industri/ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya)

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139, Telp. (0711) 353414,116 / Fax (0711) 355918
e-mail : mutmainnah.nk97@gmail.com

ABSTRACT

The problem regarding the availability of raw materials for the timber industry encourages research on the use of lignocellulosic materials to develop, one of which is bagasse. The large amount of bagasse and plastic waste that is not utilized as waste in the community makes it possible to carry out further processing into particle board. Plastic waste that can be used as an adhesive in the manufacture of particle boards is high density polyethylene (HDPE) plastic. The method used was Hand lay-up, which was arranging the pattern of bagasse fibers randomly and bidirectional crossed, the ratio of adhesive and bagasse fibers 70:30, compressed by varying the pressing time of 15, 30, 45, 60, 75 minutes 150 °C and a pressure of 100 kgf/cm². The best results from the manufacture of particle board under 60 minutes of pressing, the bidirectional arrangement pattern has better physical and mechanical properties than the random arrangement pattern. Showed the values of crossed bidirectional fiber moisture content is 4,898%, density 0.64 g/cm³, swelling 8.15% , water absorption 21.71% , MOR 483.11 kgf/cm² and MOE 1740.95 kgf/cm².

Keywords: Particle board, Bagasse, HDPE.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan mengenai ketersediaan bahan baku industri perkayuan mendorong penelitian tentang pemanfaatan material berlignoselulosa semakin berkembang. Beberapa jenis produk yang telah dikembangkan adalah papan serat dan papan partikel. Papan partikel merupakan salah satu jenis produk komposit atau panel kayu yang terbuat dari partikel-partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat dengan perekat sintesis atau bahan pengikat lain dan dikempa dengan panas (Muzata, 2015). Contohnya pembuatan papan partikel dari bungkil biji jarak (Kartika, 2014), tempurung kelapa (Ginting dkk., 2014), limbah serat tandan kosong sawit (Sunardi, 2016), sabut kelapa (Harwanda, 2015) limbah ampas tebu (Muzata, 2015).

Penelitian lain dilakukan (Wirjosentono dkk, 2014) yaitu tandan kosong kelapa sawit menggunakan komposit Plastik PP dan HDPE dengan proses Screw Extruder, menghasilkan komposit HDPE memiliki kualitas lebih baik dibandingkan komposit PP jika ditinjau dari hasil uji tarik dan morfologi permukaannya. Pada penelitian lain, pola susunan serat juga dapat mempengaruhi sifat mekanis papan partikel, seperti penelitian yang dilakukan (Ahmad, 2016) dengan melakukan pola susunan zig-zag pada serat daun nanas, dihasilkan sifat mekanis kenaikan prosentase volume fraksi serat pada komposit tidak

berbanding lurus dengan nilai kekuatan tarik komposit. Disamping itu, (Purba, 2011) telah melakukan penelitian terhadap pembuatan papan partikel dari tandan kosong sawit dengan pola susunan serat acak dan pengikat polietilena sehingga menghasilkan papan partikel sudah memenuhi standar dan papan partikel yang dihasilkan relatif tahan air.

Menurut penelitian Miraad sari pada tahun 2011, limbah plastik dapat dimanfaatkan sebagai perekat dalam pembuatan papan partikel (*particle board*). Sehingga limbah plastik dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku pada industri pembuatan papan partikel (Septiari dkk, 2014).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka timbul keinginan peneliti untuk melakukan penelitian dengan menggunakan pola susunan serat random dan dwiarah bersilangan, kemudian menggunakan limbah plastik HDPE sebagai perekat. Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh pola susunan serat dwiarah bersilangan dan susunan serat random terhadap lama waktu kempa, sehingga dihasilkan papan partikel yang berkualitas sesuai dengan standar SNI 03-2105-2006.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah ampas tebu, plastik HDPE, NaOH, aquades. Sedangkan peralatan yang

digunakan yaitu *Hotpress*, cetakan ukuran 20x5x1 cm, alumuniumfoil, neraca analitik, dan alat gelas yang umum digunakan dilaboratorium, dan alat uji tekan material Humboldt.

2.2 Pembuatan Papan Partikel

Proses pembuatan Papan Partikel dari ampas tebu dengan perekat *High Density Polyethylene* ini menggunakan metode *Hand lay-up*

Penelitian diawali dengan persiapan bahan baku, mulai dari membersihkan ampas tebu, kemudian melakukan proses alkalisasi. Ampas tebu yang telah dibersihkan dan telah melewati proses alkalisasi dan sudah dikeringkan, kemudian disusun sesuai pola susunan serat random dan dwiarah bersilangan di dalam cetakan dan menambahkan bahan perekat dengan berat 70:30. Campuran serat dan plastik kemudian dipress dengan *hotpresser* pada tekanan 100 kgf/cm² dengan temperatur 150 °C selama 15, 30, 45, 60, 75 menit.

Prosedur analisa mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006. Parameter yang dianalisa yaitu:

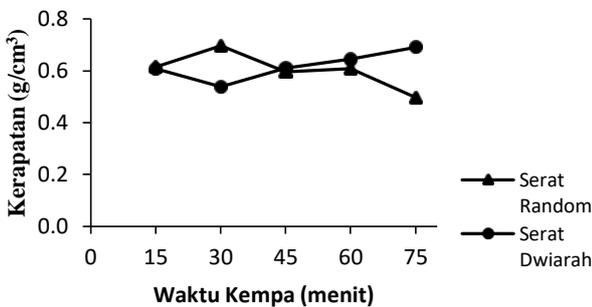
- a. Kadar air,
- b. Kerapatan ,
- c. Daya serap air,
- d. Pengembangan tebal(*swelling*)
- e. *Modulus Elastisity* (MOE)
- f. *Modulus Of Reture* (MOR)

Analisa kadar air, kerapatan, swelling dan daya serap air dilakukan dengan metode pengeringan menggunakan oven pada temperatur 100°C. Sedangkan MOE dan MOR dengan alat uji tekan material Humboldt.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kerapatan Papan Partikel terhadap lama waktu kempa

Kerapatan Papan Partikel pola serat random dan serat dwiarah dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



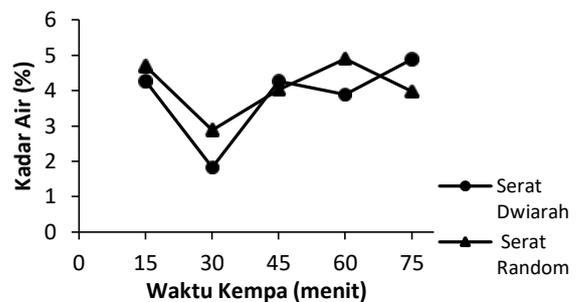
Gambar. 1 Grafik Hasil Analisa Kerapatan Papan Partikel terhadap waktu kempa

Melalui Gambar 1, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kerapatan menurun karena ketebalan papan yang dibuat berbeda dari sisi tepi dan tengah papan. Sedangkan nilai kerapatan diambil pada sisi tengah papan. Hal ini berpengaruh terhadap kerapatan yang bergantung pada volume papan. Kerapatan menurun dikarenakan komposisi partikel

yang minim dan rongga banyak diisi oleh perekat sehingga papan mempunyai berat yang kecil dibanding dengan volume dari papan itu sendiri (Mawardi, 2009). Pengkondisian papan sebelum pengujian juga dapat menyebabkan kenaikan tebal papan yang dihasilkan sehingga nilai kerapatan menurun atau berubah. Hal ini terlihat hubungan antara kadar air dengan nilai kerapatan, dimana kerapatan dan kadar air berbanding terbalik, yaitu ketika kerapatan papan partikel tinggi, maka kadar air yang dihasilkan akan rendah. Berbeda dengan papan partikel serat random, kerapatan papan partikel serat susun dwiarah justru memiliki kerapatan terendah pada waktu kempa 30 menit, sedangkan kerapatan tertinggi pada waktu kempa 75 menit. Kerapatan papan partikel serat random dan serat susun dwiarah terlihat cenderung memiliki sifat yang berbanding terbalik, hal ini juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi ialah keluarnya partikel dari cetakan pada saat proses pengempaan, sehingga ketebalan yang diperoleh berpengaruh kepada nilai kerapatan *particle board* yang dihasilkan (Muzata, 2015). Kemudian faktor yang menyebabkan perbedaan kerapatan dapat dikarenakan adanya *spring back* yaitu usaha pembebasan dari tekanan yang dialami pada waktu pengempaan (Muthia, 2010). Hasil penelitian menunjukkan kecenderungan ukuran partikel yang semakin besar maka kerapatan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumardi (2004) dalam Herwanda 2015, bahwa kekompakan partikel penyusun lebih baik dan pencampuran perekat lebih merata pada partikel besar dibandingkan partikel kecil. Namun secara keseluruhan kerapatan papan serat random maupun kerapatan serat dwiarah menunjukkan nilai kerapatan yang memenuhi standar SNI 03-2105-2006, yaitu berada pada rentang nilai 0,5-0,9 gr/cm³.

3.2 Kadar Air Papan Partikel terhadap lama waktu kempa

Kadar Air Papan partikel terhadap lama waktu kempa dapat dilihat pada Gambar 2.



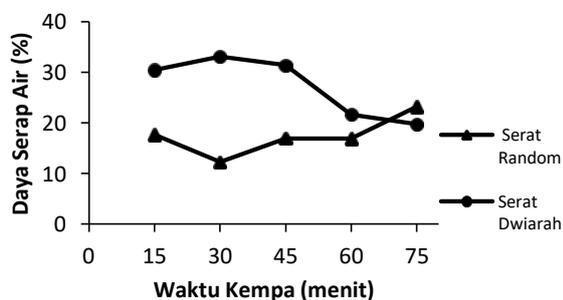
Gambar 2. Grafik Kadar Air Serat Random dan Dwiarah terhadap waktu kempa

Berdasarkan hasil analisa kadar air pada Gambar 2 Secara keseluruhan nilai kadar air yang diperoleh telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006, baik papan partikel serat random maupun serat susun dwiarah yaitu dengan nilai kadar air maksimum yang

diperbolehkan yaitu kurang atau sama dengan 14%. Kadar air papan dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain ukuran partikel bahan baku, kerapatan, dan komposisi perekat. Semakin kecil ukuran partikel bahan baku yang digunakan, maka semakin tinggi kadar airnya. Ukuran partikel yang kecil akan mengurangi kepadatan papan yang dihasilkan. Lembaran partikel yang tidak padat akan menimbulkan pori yang menyebabkan air masuk kedalam papan semakin banyak dan ini juga dipengaruhi oleh kerapatan (Daulay, 2014). Faktor lain yang diduga dapat mempengaruhi kadar air papan partikel ialah kadar air partikel, perekat, waktu pengempaan dan kandungan serat. Menurut (Bowyer, 2003) tingginya nilai kadar air disebabkan sifat papan partikel yang bersifat higroskopis karena mengandung lignin dan selulosa, dimana semua bahan mengandung lignin dan selulosa sangat mudah menyerap dan melepaskan air (higroskopis).

3.3 Daya Serap Air Papan partikel terhadap lama waktu kempa

Daya serap air papan partikel serat random dan dwiarah dapat dilihat pada Gambar 3.



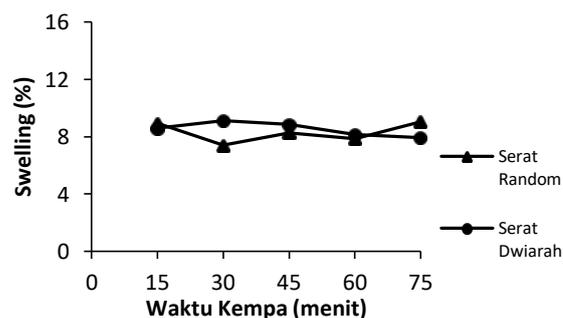
Gambar 3. Grafik Daya Serap Air Papan partikel terhadap lama waktu kempa

Dilihat pada Gambar 3, bahwa daya serap air tertinggi serat random pada waktu kempa 75 menit dan terendah pada 30 menit. Hal ini sesuai dengan nilai kerapatan sehingga diketahui bahwa daya serap air dipengaruhi oleh kerapatan papan partikel, semakin tinggi nilai kerapatan maka semakin rendah nilai daya serap air. Sedangkan pada serat dwiarah nilai tertinggi pada waktu kempa 30 menit, kemudian cenderung menurun hingga pada menit ke-75. Daya serap air papan partikel serat random cenderung meningkat, sedangkan daya serap air serat dwiarah cenderung menurun, sesuai dengan penelitian oleh Muzata (2015) bahwa ukuran partikel yang kecil menyebabkan ikatan antar partikel satu sama lain menjadi berkurang. Selain itu, Daulay (2014) berpendapat bahwa lembaran papan partikel yang tidak padat akan membuat air masuk ke dalam papan lebih banyak. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor, salah satunya faktor ukuran partikel, semakin kecil ukuran partikelnya maka daya serap air akan semakin tinggi. Ukuran partikel yang kecil menyebabkan ikatan antar partikel satu sama lain menjadi berkurang. Faktor lain yang mempengaruhi

papan partikel terhadap penyerapan air adalah volume ruang kosong yang dapat menampung air di antara partikel, adanya saluran kapiler dan luas permukaan partikel yang tidak dapat ditutupi oleh perekat. Pada Standar SNI 03-2105-2006 tidak mensyaratkan nilai daya serap air akan tetapi pengujian ini dilakukan sebagai dasar pertimbangan penggunaan dari papan partikel, apakah layak digunakan untuk penggunaan eksterior (luar ruangan) atau interior (dalam ruangan). Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat bahwa nilai daya serap air yang dihasilkan cukup rendah, sehingga papan partikel ini masih bisa digunakan untuk keperluan eksterior.

3.4 Pengembangan Tebal (Swelling) Papan partikel terhadap lama waktu kempa

Swelling papan partikel serat random dan serat dwiarah dapat dilihat pada Gambar 4.



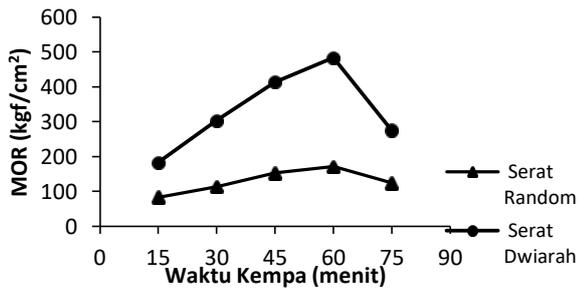
Gambar 4. Swelling serat random dan dwiarah papan partikel terhadap waktu kempa

Berdasarkan Gambar 4, swelling pada serat random pengembangan tebal tertinggi pada saat waktu kempa 75 menit, sedangkan pengembangan terendah terdapat pada waktu kempa 30 menit. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa nilai pengembangan tebal berbanding terbalik dengan kerapatan papan partikel. Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muzata (2015) yang berkesimpulan semakin tinggi kerapatan, maka semakin rendah pengembangan tebal yang terjadi. Sedangkan pada serat dwiarah bersilangan, pengembangan tebal tertinggi terjadi pada waktu kempa 30 menit, kemudian cenderung menurun hingga terendah pada waktu kempa 75 menit. Kerapatan dan daya serap air berhubungan erat dengan pengembangan tebal. Pengembangan tebal akan berbanding lurus dengan daya serap air, semakin besar daya serap air maka akan semakin tinggi pengembangan tebal. Pengembangan tebal juga dapat dipengaruhi oleh perekat yang digunakan, semakin merata kadar perekat tercampur dengan partikelnya, maka pengembangan papan partikel cenderung menurun (Muzata, 2015).

3.5 MOR Papan Partikel terhadap waktu kempa

Modulus of Rapture (MOR) adalah sifat mekanis yang menunjukkan kekuatan patah papan serat dalam menahan beban. Nilai MOR Papan partikel serat

random dan serat dwiarah terhadap waktu kempa dapat dilihat pada Gambar 5.

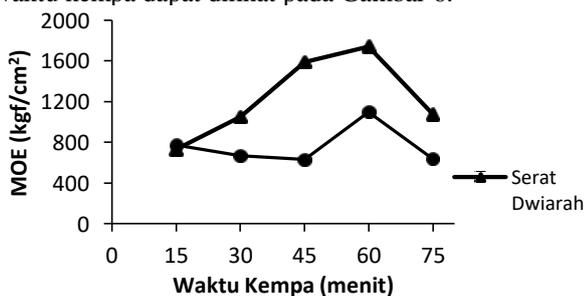


Gambar 5. Grafik analisa Papan partikel serat random dan dwiarah terhadap waktu kempa

Nilai MOR cenderung naik, namun terjadi penurunan pada waktu kempa 75 menit. Nilai MOR dipengaruhi oleh ukuran partikel yang dibuat dan penyebaran perekat, semakin besar ukuran dimensi papan partikel yang dibuat akan membutuhkan jumlah perekat yang cukup banyak dan kemungkinan perekat untuk tidak menyebar secara merata semakin besar. Hal ini dapat disebabkan karena nilai kerapatan, nilai kerapatan terendah pada waktu kempa ke-75 menit. Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa waktu kempa panas dan ukuran partikel berpengaruh terhadap kekuatan mekanik papan partikel, semakin lama waktu kempa maka semakin tinggi MOR yang dihasilkan, kecuali pada menit ke-75. Maloney (1993), menyatakan bahwa sifat akhir yang dipengaruhi oleh ukuran partikel antara lain sifat mekanis, stabilitas dimensi, karakteristik permukaan papan dan sifat pengerjaan mesin. Bila dibandingkan nilai MOR serat random lebih rendah dibandingkan MOR serat dwiarah, hal ini dipengaruhi oleh ukuran partikel. Ukuran partikel yang semakin kecil membuat nilai MOR rendah. Nilai MOR pada kedua variasi serat ini sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 minimal 82 kg/cm².

3.6 MOE Papan Partikel terhadap waktu kempa

Modulus of Elasticity (MOE) merupakan sifat mekanis yang menunjukkan kekuatan lentur papan serat dalam menahan beban. Nilai MOE papan serat yang dibuat secara keseluruhan belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yang mensyaratkan nilai MOE papan serat yaitu minimal 20400 kg/cm². MOE papan partikel serat random dan dwiarah terhadap lama waktu kempa dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik MOE papan partikel serat random dan Dwiarah terhadap waktu kempa

Berdasarkan Gambar 6 MOE serat random cenderung turun hingga menit 45, namun mengalami peningkatan pada waktu kempa 60 menit kemudian kembali mengalami penurunan pada waktu kempa 75 menit. Sedangkan nilai MOE serat dwiarah besilangan cenderung meningkat seiring dengan lamanya waktu kempa, namun mengalami penurunan pada waktu kempa ke 75 menit. Menurut (Meloney, 2003 dalam Kartika 2014) MOE dipengaruhi oleh kandungan dan jenis bahan perekat yang digunakan, daya ikat rekat dan panjang serat. Menurut (Husin dkk., 2002 dalam Tifani 2018) bahan baku turut menentukan kualitas sifat mekanik papan partikel, partikel berupa serbuk akan membutuhkan kadar perekat yang lebih tinggi daripada partikel kayu. Walaupun digunakan kadar perekat yang lebih tinggi, kemungkinan sifat mekanis yang diperoleh masih lebih rendah dari standar, dikarenakan bentuk partikelnya berupa serbuk. Berdasarkan variasi serat, nilai MOE belum mencapai standar SNI 03-2105-2006.

3.7 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Perbandingan hasil penelitian dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3, berikut.

Tabel 1. Perbandingan analisa kerapatan dan kadar air dengan peneliti terdahulu

Variasi Serat	Bahan baku	Kerapatan (g/cm³)	Kadar air (%)	Pustaka
Random	Ampas tebu, HDPE	0,6087	4,8978	Peneliti sekarang
Dwiarah	Ampas Tebu, HDPE	0,6448	3,8846	Peneliti sekarang
Random	Ampas Tebu, Polistirena	0,4438	5,4882	Muzata, 2015

Tabel 2. Perbandingan analisa daya serap air dan swelling dengan peneliti terdahulu

Variasi Serat	Bahan baku	Daya serap air (%)	Swelling (%)	Pustaka
Random	Ampas tebu, HDPE	16,9021	7,87	Peneliti sekarang
Dwiarah	Ampas Tebu, HDPE	21,7094	8,15	Peneliti sekarang
Random	Ampas Tebu, Polistirena	44,2689	10	Muzata, 2015
Random	Tandan Kosong Kelapa sawit, Polietilen	-	4,81	Purba, 2011

Tabel 3. Perbandingan analisa MOR dan MOE dengan peneliti terdahulu

Variasi Serat	Bahan baku	MOR (kgf/cm²)	MOE (kgf/cm²)	Pustaka
Random	Ampas tebu, HDPE	170,7635	1098,4134	Peneliti sekarang
Dwiarah	Ampas Tebu, HDPE	483,1145	1740,9494	Peneliti sekarang
Random	Ampas Tebu, Polistirena	72,7552	-	Muzata, 2015
Random	Tandan Kosong Kelapa sawit, Polietilen	146,09	6109,31	Purba, 2011

Berdasarkan Tabel 1, bila dibandingkan nilai kerapatan peneliti saat ini memiliki kerapatan lebih

baik daripada peneliti sebelumnya yang dihasilkan oleh Muzata pada tahun 2015, sama halnya dengan nilai kadar air peneliti saat ini yang memiliki kadar air yang lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Muzata tahun 2015, artinya hasil penelitian saat ini lebih baik dibandingkan dengan peneliti terdahulu. Hal ini dapat terjadi karena ukuran dan susunan partikel, serta jenis perekat yang digunakan.

Melalui Tabel 2, perbandingan hasil analisa daya serap air peneliti saat ini dengan peneliti terdahulu menunjukkan hasil peneliti saat ini lebih baik, ditandai dengan nilai daya serap air peneliti terdahulu oleh Muzata tahun 2015 yaitu 44,2649% sedangkan peneliti saat ini mulai dari 16,9021% hingga 21,7094%, semakin tinggi daya serap air maka berpengaruh terhadap kekuatan papan partikel yang dihasilkan. Bila ditinjau dari hasil analisa *swelling*, nilai *swelling* pada peneliti Muzata tahun 2015 lebih tinggi dibandingkan dengan peneliti saat ini, namun bila dibandingkan dengan peneliti terdahulu yaitu Purba pada tahun 2011, nilai *swelling* yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan peneliti saat ini, hal menunjukkan bahwa *swelling* papan partikel peneliti saat ini lebih baik dibandingkan dengan papan partikel Muzata tahun 2015 namun tidak lebih kuat dibandingkan dengan papan partikel Purba tahun 2011. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *swelling* dapat dipengaruhi oleh bahan baku serat, pola susunan serat dan perekat yang digunakan.

Pada Tabel 3, perbandingan nilai MOR peneliti terdahulu dengan peneliti saat ini dapat dilihat bahwa nilai MOR peneliti terdahulu Muzata tahun 2015 ialah 72,7552 kgf/cm² belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yaitu, 82 kgf/cm² sedangkan peneliti saat ini sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006, dengan bahan baku yang sama namun jenis perekat dan susunan serat yang berbeda, nilai MOR papan partikel peneliti saat ini lebih unggul dibandingkan dengan nilai MOR papan partikel Muzata tahun 2015. Sedangkan MOR papan partikel Purba tahun 2015 masih lebih unggul dibandingkan dengan peneliti saat ini, dengan bahan baku serat yang berbeda namun nemun memiliki kesamaan dalam bahan perekat menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan. Hal ini berarti bahan baku serat serta pola susunan serat dapat mempengaruhi kekuatan papan partikel yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

Waktu pengempaan tidak berpengaruh signifikan terhadap sifat fisis papan partikel, namun berpengaruh terhadap nilai MOR Papan Partikel.

Pola susunan serat berpengaruh terhadap kekuatan mekanis papan partikel. Sifat fisis dan sifat mekanis serat susunan dwiarah memiliki nilai lebih baik dibanding papan partikel serat random, ditandai dengan nilai kerapatan serat dwiarah lebih tinggi dan kekuatan mekanik lebih baik dibandingkan dengan serat susunan random. Papan partikel terbaik dihasilkan pada waktu

pengempaan 60 menit dimana Papan Partikel yang dihasilkan memiliki sifat fisis dan mekanis yang telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006, kecuali nilai MOE. Hasil dwiarah bersilangan menunjukkan bahwa nilai kadar air 3,8846%, kerapatan 0,6448 g/cm³, pengembangan tebal 8,15%, daya serap air 21,7094%, MOR 483,1145 kgf/cm² dan MOE 1740,9494 kgf/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z. 2016. *Pengaruh Volume Fraksi Serat Daun Nanas Anyaman dan Polypropylene Dengan Pola Susunan Zig-Zag Terhadap Sifat Mekanik Komposit*. Universitas Andalas, (diakses pada 8 Maret 2020)
- Anggraini, S. 2010. *Pengujian Akustik Blok Berbahan Dasar Ampas Tebu*, Skripsi. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Bowyer J.L., Shmulsky, dan Haygreen, J.G. 2003. *Forest Products and Wood Science- An Introduction*, Fourth edition. Iowa State University Press.
- Daulay, H.T.A. 2014. *Variasi Ukuran Partikel dan Komposisi Perekat Phenol Formaldehid-Styrofoam Terhadap Kualitas Papan Partikel Dari Limbah Batang Kelapa Sawit*, Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Fathanah, U., dan Sofyana, S. 2013. *Pembuatan Papan Partikel (Particle Board) dari Tandan Kosong Sawit dengan Perekat Kulit Akasia dan Gambir*. Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan, 9 (3), 138. <https://doi.org/10.23955/rkl.v9i3.783>. (diakses pada 15 Maret 2020).
- Ginting, Muh. Hendra.S. dan Rosdanelli Hasibuan. 2014. *Pengaruh Asam Stearat Terhadap Sifat Keteguhan Patah/Modulus of Rupture Papan Partikel Termoplastik Bekas Berpengisi Tempurung Kelapa*. Jurnal Teknik Kimia USU, 3(1), 15–18. <https://doi.org/10.32734/jtk.v3i1.1495>. (diakses pada 11 Maret 2020)
- Harwanda, M. S. 2015. *Pembuatan Papan Partikel Dari Sabut Kelapa Dengan Menggunakan Perekat Limbah Plastik Polipropilena Dan Polistirena*, Laporan Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Kartika, Ika Amalia, Farah Fahma, Mohammad Yani, Dede Hermawan. 2013. *Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel Dari Bungkil Biji Jarak Pagar*. *Journal of Agroindustrial Technology*, 23(2), 109–119. (diakses pada 15 Maret 2020).

- Mawardi, Indra. 2009. *Mutu Papan Partikel dari Kayu Kelapa Sawit Berbasis Perekat Polystrene*. *Jurnal. Fakultas Teknik Mesin*, 11(2):91-96.
- Maloney. TM. 1993. *Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Inc San Fransisco: Miller Freeman Inc.
- Miraadsari, N. 2011. *Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel dari Limbah Plastik Jenis HDPE (High Density Polyethylene) dan Ranting/Cabang Karet (Hevea Brasiliensis Muell. Arg)*, *Jurnal Riset Hasil Hutan*, Vol.3 No.1, 7-14. (diakses pada 20 Maret 2020).
- Muthia, Ririsma. 2010. *Ketahanan Papan Komposit dari Limbah Batang Kelapa Sawit (Elais guineensis Jacq) dan Plastik Polipropilena Terhadap Cuaca*, Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Muzata, M.A. 2015. *Pembuatan Particle Board dari Ampas Tebu (Saccharumofficinarum) Berbasis Perekat Limbah Plastik Polipropilena dan Polistirena*, Laporan Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Nurhidayat, A. 2013. *Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit HDPE Limbah- Cantula dan Berbagai Jenis Perekat dalam Pembuatan Laminate* (Vol. 14). Universitas Sebelas Maret.
- Purba, D. 2011. *Pembuatan Dan Karakterisasi Papan Partikel Komposit Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Pengikat Polietilena Kerapatan Tinggi Hasil Daur Ulang*, Tesis. Universitas Sumatera Utara.
- Putra, Erwinsyah. 2011. *Kualitas Papan Partikel dari Batang Bawah, Batang Atas dan Cabang Kayu Jabon*, (Online), (<http://dosen.narotama.ac.id/wp-content/uploads/2012/03/Kualitas-papan-partikel-batang-bawah-batang-atas-dan-cabang-kayu-jabon-Anthocephalus-cadamba-Miq..pdf>) (diakses pada 5 april 2020)
- Standar Nasional Indonesia. 2006. *Papan Partikel (SNI 03-2105-2006)*. Badan Standarisasi Nasional, (diakses pada 5 april 2020).
- Septiari, Ida Ayu P.W., I Wayan Karyasa, Ngadiran Kartowarsono.2014. *Pembuatan Papan Partikel Dari Limbah Plastik Polypropylene (PP) Dan Tangkai Bambu*. *E-Journal Kimia Visvitalis*, 2(1), 117–126. (diakses pada 12 Maret 2020).
- Sumardi, I., A. Darwis dan I. Hadian. 2004. *Pengaruh Kerapatan dan Ukuran Partikel terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Kayu Suren (Tona Sureni Merr)*. Prosiding Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) VII. Makassar. (diakses pada 7 April 2020).
- Sunardi,Moh.Fawaid, M. C. 2016. *Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Penguat. Machine*; *Jurnal Teknik Mesin* Vol.2 No.1, Januari 2016 ISSN : 2502-2040. (diakses pada 7 april 2020).
- Tifani, E.,dan Indriyani Puluhulawa. 2018. *Sifat Fisik dan Mekanis Papan Partikel dari Kulit Pinang dan Serbuk Kayu Mahang*. Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis.
- Wirjosentono,B., Halimatuddahlia, dan Zulnazri, Suryati, Nasrun. 2014. *Fabrikasi Material Komposit Plastik Pp Dan Hdpe Dengan Penguat Mikro Filler Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Screw Extruder*.