
Indonesian Physical Review

Volume xx Issue xx, Month 20xx

P-ISSN: 2615-1278, E-ISSN: 2614-7904

Karakteristik Papan Komposit Berbasis Serat Sabut Kelapa Ditinjau Dari Tipe Serat Dan Komposisi Serat

Safira Anashrul Rahman^{1*}, Susi Rahayu¹, Dian Wijaya Kurniawidi¹

¹ Physics department, Faculty Mathematics and Natural Science University of Mataram, Indonesia

Corresponding Authors E-mail: safiraanashrulrahman@gmail.com

Article Info

Article info:

Received: -

Revised: -

Accepted: -

Keywords:

Rupture strength; modulus of elasticity; woven fiber

How To Cite:

Safira Anashrul Rahman (2023), "Karakteristik Papan Komposit Berbasis Serat Sabut Kelapa Ditinjau Dari Tipe Serat Dan Komposisi Serat", *Indonesian Physical Review*, vol. -, no. -, p 1-9, 2023.

DOI:

Abstract

The manufacture of imitation boards in the form of composite boards is one of the solutions to replace wood. There are several types of composite boards including polymer matrix boards, gypsum boards, and fiber boards. The two boards are combined to produce a composite board that meets the superior properties of both boards. Coconut coir fiber is added as a reinforcing material to improve the quality of the physical properties and mechanical properties of the composite board. This research aims to determine how fiber type and composition will affect the physical and mechanical properties of coir fiber reinforced composite board. This research is divided into two parts, the first is to determine the effect of fiber type (powder, short and woven) using 5% fiber composition and the second is to determine the effect of fiber composition of 0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10% using fiber type with the best bending strength. The composite was made by mixing coconut fiber, gypsum flour, polyester resin and 1% catalyst from the amount of resin. The samples were tested according to ASTM D790 test standards, which were then tested using Tensilon RTG 1310, so that the bending strength value was obtained. The bending strength test results for the fiber type experiments showed that the composites with woven fiber type had the highest rupture strength and modulus of elasticity. And the results of bending strength testing for fiber composition experiments show that composites with 5% composition have the highest rupture strength and modulus of elasticity. The results of this research indicate that the composite of coconut fiber that has been made as a whole meets the requirements of SNI 01- 4449-2006 as a substitute for fiberboard.

Copyright © 2023 Authors. All rights reserved.

Pendahuluan

Penggunaan kayu sebagai bahan baku furniture atau mebel semakin meningkat tiap tahunnya. Biasanya kayu diolah menjadi papan untuk dijadikan dinding, pintu, meja, maupun aksesoris ruangan lainnya. Secara nasional, kebutuhan kayu bahan baku kayu bulat setiap tahunnya diperkirakan mencapai 63 juta m^3 sedangkan produksi kayu bulat dari hutan produksi adalah sekitar 32 juta m^3 tiap tahunnya (Departemen Kehutanan, 2009). Perkembangan industri perikanan yang sangat pesat menyebabkan ketersediaan bahan baku

kayu semakin menurun dan membuat harga kayu semakin mahal. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan solusi dengan mencari bahan pengganti kayu yang ramah lingkungan salah satunya adalah dengan membuat papan tiruan berupa papan komposit. Papan komposit ada beberapa jenis di antaranya adalah papan matrik polimer, papan gipsium, dan papan serat.

Papan matrik polimer merupakan papan komposit yang dibuat dengan menggunakan bahan polimer. Papan jenis ini memiliki keunggulan yaitu bersifat kokoh alias tidak mudah retak, tidak mudah menyerap air, dan mudah dibentuk sesuai aplikasi yang dibutuhkan [10]. Di samping keunggulannya tersebut papan ini memiliki kelemahan yakni kurang baik apabila diaplikasikan pada suhu tinggi, kualitas produk tergantung dari ikatan silang yang dibentuk selama proses pencetakan, dan cenderung membutuhkan bahan tambahan untuk mempercepat proses pengerasan [7]. Papan gipsium merupakan papan komposit yang terbuat dari tepung gipsium yang dicampur dengan air. Kelebihan dari papan jenis ini ialah memiliki harga yang relatif murah, ringan, dan jumlahnya berlimpah [9]. Namun meskipun demikian aplikasi papan gipsium masih terbatas karena sifat papan gipsium di pasaran masih bersifat rapuh alias mudah retak, kekuatannya masih kurang jika dibandingkan dengan triplek, dan mudah menyerap air [13]. Papan matrik polimer dan papan gipsium digabungkan untuk menghasilkan papan komposit yang memenuhi sifat unggul dari kedua papan tersebut. Untuk meningkatkan kualitas sifat fisis dan sifat mekanik papan maka ditambahkan serat sabut kelapa yang berfungsi sebagai material penguat. Penambahan serat sabut kelapa ke dalam papan komposit gipsium-poliester menjadikan papan ini sebagai papan tiruan yang dikenal sebagai papan serat. Puspaningrum et al., (2020) membuktikan bahwa serat sabut kelapa dapat meningkatkan kualitas komposit [15].

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini akan menguji sifat fisis dan mekanik papan komposit dengan material penguat serat sabut kelapa berdasarkan tipe serat. Selain tipe serat dilakukan juga variasi pada komposisi massa serat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimanakah tipe dan komposisi serat akan mempengaruhi sifat fisis dan sifat mekanik papan komposit. Dan untuk mengetahui apakah papan komposit yang dibuat dapat memenuhi mutu SNI 01-4449-2006. Melalui penelitian ini diharapkan akan diperoleh papan tiruan berupa papan komposit yang sesuai dengan mutu Standar Nasional Indonesia sehingga dapat meningkatkan variasi penggunaan serat sabut kelapa.

Landasan Teori

Secara sederhana material komposit adalah material gabungan dari dua atau lebih material yang berlainan. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari beberapa material pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat [3]. Komposit disusun dari dua jenis unsur yang berbeda, yaitu matrik berperan sebagai pengikat dan *filler* (pengisi) berperan sebagai penguat. Serat sabut kelapa dapat digunakan sebagai material penguat karena memiliki komponen kimia yang relatif mirip dengan kayu yakni 8,5% hemiselulosa; 21,07 selulosa; 29,23% lignin; 14,25% pektin; dan 26% air [5]. Dalam pembuatan komposit yang menggabungkan antara matriks dan serat ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu: faktor serat, letak serat, panjang serat, bentuk serat, faktor matrik, faktor ikatan serat-matrik, dan pemilihan katalis.

Sifat Fisis Dan Sifat Mekanik Komposit

Untuk mengetahui kelayakan papan komposit maka dilakukan uji sifat fisis dan sifat mekanik seperti: densitas, daya serap air, dan kekuatan tekuk.

1. Densitas

Kekuatan komposit berhubungan erat dengan densitas atau kerapatan, semakin tinggi nilai kerapatan komposit maka akan menyebabkan semakin luas kontak antar penguat dan perekatnya, sehingga hal ini akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih baik. Nilai densitas komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 [1].

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

dengan ρ adalah densitas (gr/cm^3), m adalah massa (gr), dan V adalah volume (cm^3).

2. Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan suatu benda untuk menyerap air ketika benda tersebut direndam di dalam air selama kurun waktu tertentu. Nilai daya serap air dapat dihitung dengan persamaan berikut [1]:

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{(m_b - m_k)}{m_k} \times 100\% \quad (2)$$

dengan m_b adalah massa basah (gr), dan m_k adalah massa kering (gr).

3. Kekuatan Tekuk

Kekuatan tekuk adalah kemampuan material untuk menahan gaya lentur yang diberikan dengan arah tegak lurus terhadap penampang papan [1]. Dari hasil pengujian kekuatan tekuk komposit dapat diperoleh nilai keteguhan patah, dan modulus elastisitas untuk masing-masing komposit.

3.1 Kuat Patah

Kuat patah atau Modulus of Repture (MOR) menyatakan ukuran ketahanan bahan terhadap tekanan mekanik dan tekanan panas (thermal stress). Nilai kuat patah (MOR) dapat dihitung dengan persamaan 3 [1].

$$\sigma = \frac{3Ps}{2\ell d^2} \quad (3)$$

dengan σ adalah *modulus of repture* (MPa), P adalah beban maksimum (N), s adalah jarak tumpu spesimen (mm), ℓ adalah lebar spesimen uji (mm), dan d adalah tebal spesimen uji (mm).

3.2 Modulus Elastisitas

Pengujian Modulus of Elasticity (MOE) atau uji kuat lentur dilakukan untuk mengetahui kemampuan komposit menahan gaya lentur yang diberikan dengan arah tegak lurus terhadap penampang spesimen. Pengujian ini dilakukan bersamaan dengan pengujian keteguhan patah (MOR) dengan memakai spesimen uji yang sama. Hasil pengujian kuat lentur pada komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4 [1].

$$E = \frac{s^3 \varepsilon}{4\ell d^3} \quad (4)$$

dengan E adalah *modulus of elasticity* (MPa), s adalah jarak tumpu spesimen (mm), ℓ adalah lebar spesimen uji (mm), d adalah tebal spesimen uji (mm), dan ε adalah *elastic slope* (N/mm).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental skala laboratorium. Bahan yang digunakan adalah aquades, katalis MEXPO, kristal NaOH, resin poliester BQTN 157, serat sabut kelapa yang diperoleh dari daerah Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur, dan tepung gipsum A Plus. Alat yang digunakan adalah *blender philips* HR 2115, gelas kimia 500 ml *Pyrex*, *hand mixer* tangan MX133 Advance, *sieve test mesh* 100, jangka sorong *sigmat digital vernier caliper* 150 mm *stainless*, *memmert universal oven* original UN30, timbangan digital, seperangkat alat cetak berukuran 16,5 cm × 16,5 cm dengan ketebalan 5 mm. Prosedur dalam penelitian ini meliputi dua tahap yakni persiapan bahan baku dan selanjutnya pembuatan papan komposit.

Persiapan Bahan Baku

Serat dipisahkan dari sabutnya dan kemudian dibersihkan dengan direndam dalam aquades selama 24 jam. Setelah itu serat ditiriskan lalu dikeringkan dalam suhu kamar. Serat yang sudah kering selanjutnya direndam dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam. Selanjutnya serat dibersihkan dengan air mengalir dan setelah itu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 4 jam. Untuk tepung gipsum dilakukan persiapan dengan pengayakan menggunakan ayakan ukuran 100 mesh.

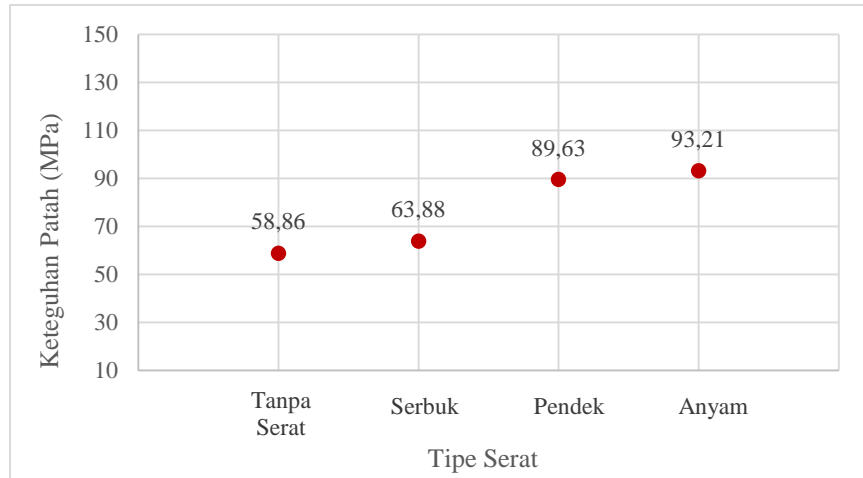
Pembuatan Papan Komposit

Pembuatan papan komposit dibagi menjadi dua tahap yakni pembuatan papan komposit berdasarkan tipe serat dan kemudian pembuatan papan komposit berdasarkan komposisi massa serat. Tipe serat yang digunakan adalah serat ukuran serbuk, pendek, dan panjang dalam bentuk anyaman dengan komposisi massa serat yang sama yakni sebesar 5%. Adapun pembuatan papan komposit berdasarkan komposisi massa serat dibuat dengan menggunakan tipe serat yang memperoleh nilai kekuatan tekuk paling tinggi. Komposisi massa serat divariasikan menjadi 5 kondisi yakni sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Spesimen yang telah padat dipotong sesuai standar uji komposit (ASTM D 790) dan spesimen telah siap diuji. Pengujian dilakukan dengan penyesuaian standar SNI 01-4449-2006.

Hasil dan Pembahasan

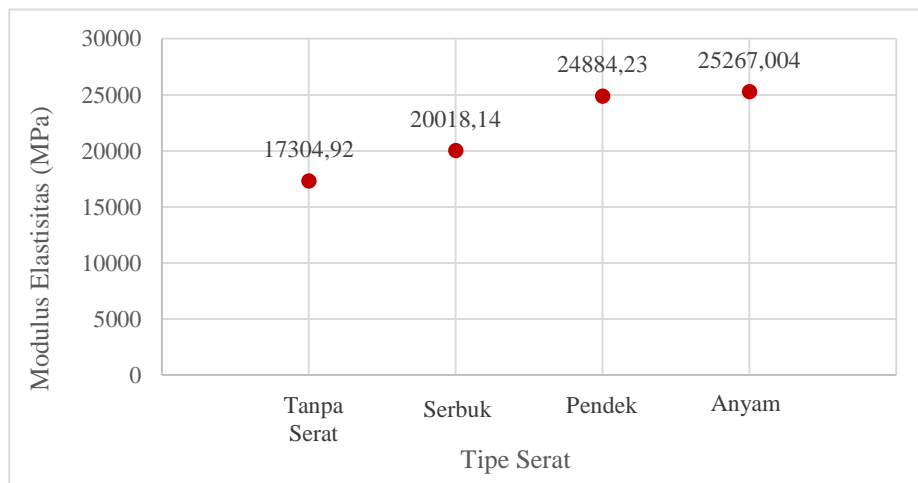
Kekuatan Tekuk Papan Komposit Berdasarkan Tipe serat

Dari hasil pengujian kekuatan tekuk papan komposit berdasarkan tipe serat diperoleh nilai kuat patah dan modulus elastisitas. Nilai kuat patah masing-masing komposit dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil analisis grafik menunjukkan bahwa kekuatan komposit dipengaruhi oleh penambahan serat, dimana komposit berpenguat tipe serat anyam memperoleh nilai kuat patah paling tinggi. Hal ini disebabkan karena pada tipe serat anyam terjadi ikatan permukaan yang lebih kuat akibat konstruksi seratnya yang bersilangan. Nurhanisa *et al.*, (2021) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa nilai kuat patah dipengaruhi oleh jenis bahan penyusun, ukuran serat, serta daya ikat antara matrik dan penguat [8]. Ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik inilah yang sangat diinginkan dalam pembuatan komposit. Mengacu pada SNI 01-4449-2006 semua komposit memenuhi kriteria sebagai papan serat karena memperoleh nilai kuat patah $\geq 34,99$ MPa.



Gambar 1. Hasil Pengujian Kuat Patah Papan Komposit Pada Berbagai Tipe Serat

Nilai modulus elastisitas dari hasil pengujian kekuatan tekuk pada masing-masing tipe serat ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil analisis grafik menunjukkan bahwa komposit berpenguat tipe serat anyam memperoleh hasil paling maksimum dibandingkan dengan variasi komposit lainnya yaitu mencapai $25267,004 \text{ MPa}$. Hal ini diduga karena pada proses pembuatan komposit berpenguat tipe serat anyam, serat akan membentuk suatu ikatan silang yang kuat untuk menutupi daerah kosong yang timbul akibat adanya rongga udara yang terjebak di antara partikel penyusun matrik. Hal tersebutlah yang menjadikan komposit lebih kuat dan dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas. Jika hasil modulus elastisitas yang didapatkan dibandingkan dengan nilai mutu modulus elastisitas papan serat SNI 01-4449-2006 maka, semua komposit sudah memenuhi kriteria sebagai papan serat karena memperoleh nilai modulus elastisitas $\geq 245 \text{ MPa}$.

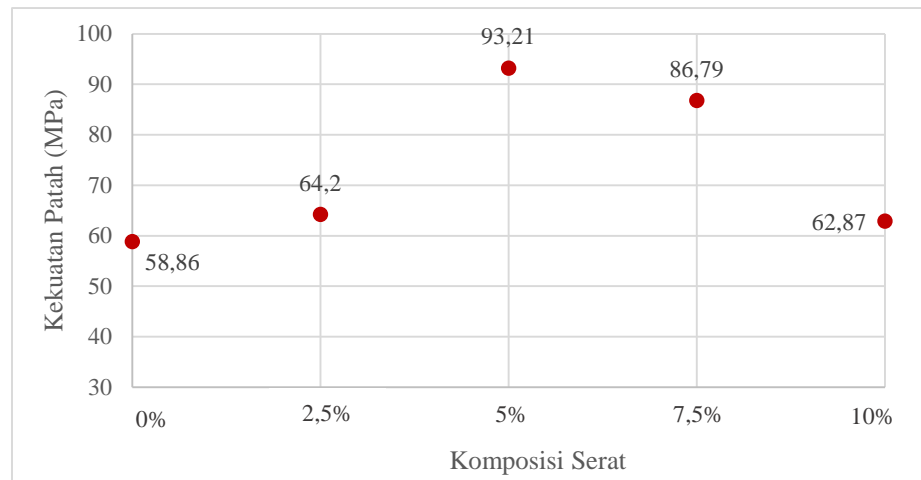


Gambar 2 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Papan Komposit Pada Berbagai Tipe Serat

Kekuatan Tekuk Papan Komposit Berdasarkan Komposisi serat

Meninjau dari hasil pengujian komposit berdasarkan tipe serat yang telah dilakukan diketahui bahwa tipe serat anyam adalah tipe serat terbaik untuk dijadikan sebagai penguat komposit berdasarkan uji kekuatan tekuknya. Namun untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dilakukan pengujian berdasarkan komposisi serat dengan menggunakan tipe serat anyam.

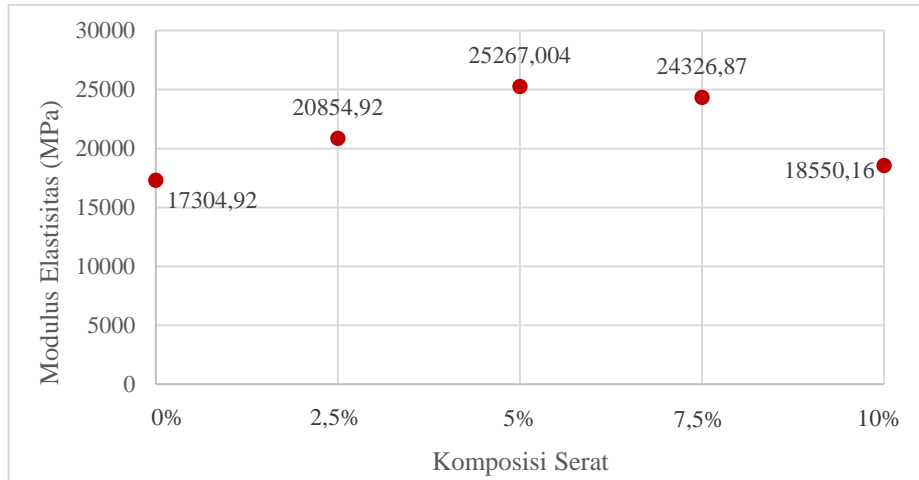
Hasil pengujian kekuatan patah papan komposit pada berbagai komposisi serat dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan terjadi peningkatan nilai keteguhan patah yang sebanding dengan peningkatan massa komposisi serat sabut kelapa. Penambahan serat sabut kelapa menyebabkan nilai kuat patah meningkat, namun peningkatan tersebut paling maksimal didapatkan oleh komposit serat 5%. Semakin besar nilai kuat patah berarti semakin sulit papan tersebut untuk dipatahkan. Menurunnya nilai kuat patah komposit disebabkan karena komposisi serat sabut kelapa yang lebih banyak mempengaruhi kelekatan antara material matrik dengan serat sehingga distribusi campuran gipsium dan resin poliester tidak tersebar merata dan membuat campuran menjadi tidak homogen yang mengakibatkan kekuatan komposit menjadi menurun ketika diberi gaya luar. Hasil penelitian ini didukung penelitian Zainuri et al., (2019) yang menyatakan tipe anyaman dan komposisi massa serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan patah komposit [18]. Dari hasil pengujian semua variasi benda uji telah memenuhi SNI 01-4449-2006 karena didapatkan rentang nilai kuat patah $\geq 34,99 \text{ MPa}$.



Gambar 3 Hasil Pengujian Kuat Patah Komposit Pada Berbagai Komposisi Serat

Hasil analisis grafik modulus elastisitas (Gambar 4) menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas berbanding lurus dengan kekuatan patah komposit. Jika komposit mengandung komposisi massa serat lebih banyak maka modulus elastisitasnya semakin besar, namun terlalu banyak serat juga akan menyebabkan nilai modulus elastisitas menurun dan komposit menjadi lebih cepat patah. Kondisi paling optimum diperoleh benda uji komposisi 5% yaitu sebesar $25267,004 \text{ MPa}$. Hasil ini didukung oleh penelitian Pratama et al., (2014) yang menjelaskan bahwa komposisi serat yang terlalu besar dapat menurunkan nilai kekuatan komposit karena semakin banyak serat pada komposit membuat komposit akan lebih padat sehingga mempersulit matrik untuk masuk ke dalam sela-sela serat yang mengakibatkan matrik tidak dapat mengikat seluruh bagian serat secara sempurna [17].

Mengacu pada standar mutu SNI 01-4449-2006 semua komposit sudah memenuhi kriteria sebagai papan serat karena memperoleh nilai modulus elastisitas $\geq 245 \text{ MPa}$.



Gambar 4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Komposit Pada Berbagai Komposisi Serat

Telah dilakukan uji densitas dan daya serap air komposit pada berbagai komposisi serat dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Densitas dan Daya Serap Air Komposit Pada Berbagai Komposisi Serat

Benda Uji	Parameter		Papan Partikel SNI 01-4449-2006	
	Densitas (gr/cm^3)	Daya Serap Air (%)	Densitas (gr/cm^3)	Daya Serap Air (%)
0%	1,35	2,21		
2,5%	1,31	3,23		
5%	1,34	3,51	0,40 – 0,84	-
7,5%	1,30	4,06		
10%	1,26	4,74		

Hasil pengujian densitas menunjukkan ketika komposit diberikan serat sebagai penguat terlihat adanya penurunan nilai densitas dalam setiap penambahan serat. Nilai densitas menurun sebanding dengan peningkatan komposisi serat hal ini disebabkan karena adanya pori-pori pada lembaran komposit yang mengakibatkan kerapatan antar partikelnya semakin berkurang. Maloney, (1977) dalam Hendrasetiafitri, (2002) mengungkapkan semakin tinggi nilai densitas komposit, maka semakin kompak ikatan antar partikelnya sehingga rongga udara dalam lembaran komposit mengecil. Kondisi ini menyebabkan air ataupun uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga dalam komposit. Ini berarti, semakin kecil nilai densitas maka nilai daya serap air akan semakin besar. Pernyataan tersebut memperkuat hasil dari pengujian, dimana semakin tinggi persentase komposisi serat maka nilai densitas semakin kecil sedangkan nilai daya serap airnya semakin besar. Dari hasil

pengujian densitas, semua benda uji memperoleh nilai kerapatan lebih dari $0,84 \text{ gr/cm}^3$ sehingga komposit dapat diklasifikasikan dalam papan serat kerapatan tinggi (PSKT) sesuai dengan standar mutu SNI 01-4449-2006.

Persentase penyerapan air pada komposit dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengujian, jika membandingkan antara komposit berpenguat serat dengan komposit berserat 0% diperoleh selisih persentase daya serap air yang cukup besar. Semakin besar komposisi serat maka semakin besar pula persentase penyerapan air. Hasil yang didapatkan ini selaras dengan pernyataan Trisnayanti & Eko, (2014) dalam R. Pratama & Dirhamsyah, (2019) yang mengungkapkan bahwa nilai daya serap air semakin tinggi apabila material penguat bertambah. Hal ini diduga komposit dengan serat sabut kelapa yang lebih banyak akan menyebabkan kerapatan komposit menjadi rendah. Komposit yang memiliki kerapatan rendah memiliki pori-pori yang lebih banyak dibanding dengan komposit berkerapatan tinggi, sehingga saat komposit direndam ke dalam air komposit tersebut akan lebih mudah menyerap air yang menyebabkan air yang diserap menjadi lebih banyak. Parameter daya serap air tidak ditentukan standarnya pada SNI 01-4449-2006 namun Syifa et al., (2021) mengungkapkan bahwa komposit yang bermutu baik adalah komposit yang memiliki daya serap air rendah karena besarnya jumlah air yang diserap dapat mengurangi kekuatan komposit saat digunakan [12].

Conclusion

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa tipe serat mempengaruhi sifat fisis dan sifat mekanik dari komposit. Tipe serat dengan nilai kekuatan tekuk paling optimum diperoleh oleh serat anyam dikarenakan ia dapat menerima nilai tegangan secara lebih merata daripada tipe serat lainnya. Komposisi serat mempengaruhi sifat fisis maupun sifat mekanik komposit. Komposisi serat yang paling optimum diperoleh oleh variasi komposisi serat 5%. Papan komposit yang dibuat secara keseluruhan memenuhi mutu SNI 01-4449-2006 sebagai papan komposit serat.

References

- [1] ASTM International. (2002). Standard Test Methods For Flexural Properties Of Unreinforced And Reinforced Plastics And Electrical Insulating Materials. D790. In Annual Book Of Astm Standards.
- [2] Darmawi, M., & Mahyudin, A. (2013). Pengaruh Penabahan Serat Ijuk Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik Papan Semen-Gypsum. *Jurnal Fisika*, 2(1), 6-12.
- [3] Fajri, R. I., Tarkono, & Sugiyanto. (2013). Studi Sifat Mekanik Komposit Serat *Sansevieria Cylindrica* Dengan Variasi Fraksi Volume. *Jurnal Fema*, 1(2), 85-93.
- [4] Hendrasetiafitri, C. (2002). Pengembangan Teknologi Papan Komposit Dari Limbah Batang Pisang (*Musa Sp*): Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Pada Berbagai Kadar Perekat Dan Parafin.
- [5] Kondo, Y., & Arsyad, M. (2018). Analisis Kandungan Lignin, Selulosa, Dan Hemiselulosa Serat Sabut Kelapa Akibat Perlakuan Alkali. *Intek: Jurnal Penelitian*, 5(2), 94.
- [6] Maloney, T. M. (1977). *Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications.
- [7] Nasmi Herlina Sari., & Suteja, (2021). *Polimer Termoset*. Deepublish.

- [8] Nurhanisa, M., Wahyuni, D., & Masela, P. (N.D.). Pengaruh Susunan Serat Pada Papan Komposit Serat Bambu Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis. *Positron*, 11(2).
- [9] Rukini, A. (2019). Analisis Kelayakan Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Gypsum Berpenguat Serat Alam Sisal Sumbawa Sebagai Papan Plafon. *Jurnal Tambora*, 3(3), 20–23.
- [10] Sari, N. H. (2018). *Material Teknik (1st Ed.)*. Deepublish.
- [11] Standar Nasional Indonesia, (SNI) 01-4449-2006. (2006). Papan Serat.
- [12] Syifa, N. H., Yulianto, A., & Nurbaiti, U. (2021). Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Fisis Komposit Multilayer Serat Rami. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 7(2), 87–95.
- [13] Trisna, H., & Mahyudin, A. (2012). Analisis Sifat Fisis Dan Mekanik Papan Komposit Gypsum Serat Ijuk Dengan Penambahan Boraks (Dinatrium Tetraborat Decahydrate). *Jurnal Fisika Unand*, 1(1).
- [14] Trisnayanti, Y., & Eko, S. (N.D.). Mf, & Ik (2014). Mutu Papan Gypsum Dari Serat Daun Nanas Dan Serbuk Gergaji Kayu Meranti Dan Implementasinya Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendipa*, 1(1), 33–41.
- [15] Puspaningrum, T., Haris, Y. H., Sailah, I., Yani, M., & Indrasti, N. S. (2020). Physical And Mechanical Properties Of Binderless Medium Density Fiberboard (Mdf) From Coconut Fiber. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 472(1), 12011.
- [16] Pratama, R., & Dirhamsyah, M. (2019). Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Gypsum Dari Limbah Kayu Akasia (*Acacia Mangium Willd*) Berdasarkan Kadar Gypsum Dan Ukuran Serbuk Kayu. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(1).
- [17] Pratama, Y. Y., Setyanto, R. H., & Priadythama, I. (2014). Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, Dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester.
- [18] Zainuri, A., Sinarep, S., Purwoko, A., & Nurkaliwantoro, N. (2019). Pengaruh Jenis Anyaman Dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending Dan Impact Komposit Serat Rami Dengan Matrik Resin Polyester. *Majalah Ilmiah Momentum*, 15(2).