

ANALISA PENGARUH KONSENTRASI LIMBAH SERAT AREN DAN LIMBAH KERTAS DALAM PEMBUATAN PAPAN KOMPOSIT TERHADAP *MODULUS RUPTURE*

Miftahul Khayati

Mahasiswa S1
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jurusan Teknik Kimia
d500160106@student.ums.ac.id

Muklis Indarto

Mahasiswa S1
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jurusan Teknik Sipil
d100160214@student.ums.ac.id

**Fandi Wijaya Kusuma
Wardana**

Mahasiswa S1
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jurusan Teknik Kimia
d50017010052@student.ums.ac.id

Tri Widayatno

Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jurusan Teknik Kimia
Tri.widayatno@ums.ac.id

Composite is a new type of engineered material consisting of two or more materials in which the properties of each material differ from one another both chemical and physical properties and remain separate in the final result of the material. Composites have the characteristics of being lightweight, strong, not easy to corrode, and able to compete with metals. The addition of filler to the matrix aims to strengthen the composite board. Currently, the sugar palm industry in Klaten is growing rapidly and produces solid waste in the form of palm fiber. Besides paper production has increased to reach 13 million tons, the high demand for paper can cause more paper waste produced. In this study, the fillers used are natural fibers from palm waste and paper waste combined in polyester resin to produce good mechanical strength. The variation in this study is the difference in concentration in the palm fiber filler and paper. Comparison of palm fiber and paper as follows: 1,5 g:20 g), (2 g:15 g), (2,5 g:10 g), dan (3 g:5 g). In the fracture constancy test or modulus rupture (MOR), the results obtained in variation A showed results of 178,64 kgf/cm³, variation B of 159,6 kgf/cm³, variation of C was 131,32 kgf/cm³, and variation D is 80,92 kgf/cm³. Variation A shows the best value that is 178,64 kgf/cm³, the results are in accordance with SNI composite board No. 03-2105-2006.

Keywords: Composites, Aren Waste, Paper Waste, MOR, Polyester Resin.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan material papan untuk konstruksi, bangunan dan *furniture* semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang pesat, sementara ketersediaan kayu sebagai bahan utama pembuat papan terus menurun [1]. Munculnya upaya bagaimana mengatasi masalah yang ada, yaitu inovasi untuk menambah jenis papan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap kayu.

Salah satu masalah yang timbul di suatu daerah perindustrian adalah adanya kegiatan yang berpotensi menghasilkan banyak limbah yang mayoritas penduduknya menggantungkan mata pencahariannya di bidang produksi makanan soon, dimana bahan bakunya berasal dari batang aren dalam jumlah yang banyak. Industri pengolahan pati aren setiap harinya menghasilkan limbah dari hasil pengolahannya baik itu limbah padat, cair dan gas. Perlunya pengembangan pemanfaatan limbah untuk meminimalisir tingkat pencemaran lingkungan. Salah satu limbah yang banyak dihasilkan yaitu limbah padat berupa serat aren yang belum termanfaatkan dengan baik [2]. Limbah serat aren hampir tidak dimanfaatkan kembali dan biasanya langsung dibuang ke permukiman sekitar industri pengolahan pati aren. Serat aren dapat dimanfaatkan sebagai *filler* yang berfungsi untuk memperkuat material komposit. Komposit merupakan jenis bahan hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang mempunyai perbedaan baik sifat fisika dan kimianya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut. [3].

Gabungan material atau bahan tersebut mempunyai fungsi masing masing, ada yang berperan sebagai penguat dan bahan pengikat [4].

Pengembangan penelitian mengenai komposit dari serat alam antara lain komposit dari serat bambu dan serbuk kayu [5], komposit dari partikel serat alang alang [6], Komposit Serat Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) Dengan Matrik Epoxy[7], dan analisis kekuatan tarik bahan komposit matriks resin berpenguat serat alam dengan berbagai varian tata letak [8]. Komposit serat alami yang *biodegradable* semakin dikembangkan untuk aplikasi struktural ringan di industri dan konstruksi dengan mempertimbangkan manfaat untuk lingkungan [9].

Selain limbah pengolahan pati aren, banyak limbah kertas juga tidak dimanfaatkan sedangkan kebutuhan kertas setiap tahunnya terus meningkat. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia tahun 2018 menyebutkan bahwa, produksi kertas mencapai 13 juta ton/tahun. Jumlah tersebut terus naik sekitar 8,3% dari produksi sebelumnya yang hanya 12 ton/tahun. Kertas merupakan barang yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat khususnya pegawai kantor, pelajar dan mahasiswa [10]. Pada dasarnya limbah kertas dapat dimanfaatkan kembali untuk menghasilkan sebuah produk yang memiliki nilai ekonomi seperti diolah sebagai kerajinan tangan dan campuran untuk membuat suatu material. Beberapa tahun terakhir banyak kertas yang berasal dari kantor kurang dimanfaatkan dan dibuang, dan akhirnya mencapai pembakaran atau memperlambat degradasi, yang mencemari lingkungan dengan serius [11][12]. Daur ulang satu ton kertas bekas dapat menghemat 17 pohon dan 7000 galon air [13], yang memiliki manfaat lingkungan dan ekonomi yang besar. Kertas daur ulang merupakan bagian integral dari produksi kertas dan pulp, daur ulang kertas ke kertas sedang dilakukan. Namun, daur ulang kertas ke kertas terbatas karena hilangnya properti termasuk pemendekan serat [14].

Pada penelitian ini limbah kertas dijadikan sebagai bahan penguat (*filler*) komposit yang dikombinasi dengan serat aren. Perekat yang di pakai yaitu resin *polyester*. Pemilihan resin *polyester* karena polimer tersebut mempunyai kemampuan berikatan dengan serat alam tanpa menimbulkan reaksi dan gas [15] serta sifat mekaniknya baik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi limbah serat aren dan limbah kertas terhadap sifat mekanik papan komposit. Penelitian ini diharapkan mampu mengurangi limbah serat aren dan limbah kertas yang tidak termanfaatkan dan dapat mengurangi pencemaran terhadap lingkungan. Sifat mekanik yang diuji pada penelitian ini yaitu uji modulus *rupture* (MOR).

2. METODE DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *blender*, cetakan spesimen, gelas ukur 100 ml, gelas beaker 250 ml, gunting/pisau, jangka sorong, lem tembak, mika astralon pengaduk, oven, timbangan digital, dan wadah perendaman. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah serat aren, limbah kertas, *methyl ethyl keton peroxide* (MEKPO), NaOH, resin *polyester* (UP) dan *vaseline*.

Ukuran sampel yang dipakai pada percobaan ini yaitu 5 cm x 20 cm x 1 cm yang dicetak menggunakan cetakan yang terbuat dari akrilik. Metode diawali dengan persiapan bahan baku seperti alkalisasi limbah serat aren dengan menggunakan NaOH 5% dan menghancurkan kertas menjadi partikel kecil.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan variabel bebas konsentrasi limbah aren dan limbah kertas. Variasi yang digunakan sebanyak 4 variasi dengan perbandingan serat aren dan limbah kertas yang dicampurkan pada resin 100 ml dan katalis 5 ml. Campuran tersebut di masukan dalam cetakan dan di press lalu ditunggu hingga kering. Sampel yang sudah siap diujikan pada mesin *torse* untuk diukur kekuatan modulus *rupture* atau MOR. Persamaan 1 merupakan rumus uji modulus *rupture*/MOR:

$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

dengan:

- P : Berat Maksimum (kgf)
- L : Panjang Bentang (cm)
- b : lebar benda uji (cm)
- h : tebal/tinggi benda uji (cm)

Cara pembuatan papan komposit pada penelitian ini ada 4 tahap yaitu persiapan bahan baku, pencampuran, pembentukan papan komposit dan terakhir pengujian. Persiapan bahan baku seperti pada Gambar 1 dimulai dengan memisahkan serat aren dengan serbuk atau tepung aren yang masih melekat di serat, lalu dialkalisasi dengan larutan

NaOH 5% selama 24 jam seperti pada Gambar 2 lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 24 jam seperti yang terlihat pada Gambar 3. Limbah kertas seperti pada Gambar 4 dihancurkan dengan *blender* sampai menjadi bubur kertas yang ditunjukkan oleh Gambar 5, kemudian bubur kertas tersebut dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 24 jam seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 1. Limbah aren



Gambar 2. Alkalisasi serat



Gambar 3. Pengeringan serat



Gambar 4. Limbah kertas



Gambar 5. Bubur kertas



Gambar 6. Pengeringan bubur kertas

Selanjutnya yaitu pencampuran serat aren yang kering seperti pada Gambar 7 dan bubur kertas yang sudah dikeringkan seperti pada Gambar 8, kedua bahan tersebut dicampurkan dengan resin dan mekpo seperti yang terlihat pada Gambar 9. Semua bahan diaduk sampai merata di dalam gelas beker 250 ml.



Gambar 7. Serat aren kering



Gambar 8. Bubur kertas kering



Gambar 9. Resin dan katalis

Setelah pencampuran semua bahan seperti pada Gambar 10 selanjutnya yaitu mencetak papan komposit dengan cetakan akrilik yang terlihat pada Gambar 11 yang sebelumnya sudah diberikan olesan vaselin. Adonan komposit dituangkan ke dalam cetakan dan ditunggu sampai kering.



Gambar 10. Pengadukan campuran papan komposit



Gambar 11. Percetakan papan komposit

Setelah papan komposit dilepas dari cetakan selanjutnya yaitu pengujian. Pengujian modulus *rupture* diuji sebanyak 3 sampel dari variasi 1 sampai variasi 4. Proses pengujian dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini



Gambar 12. Pengujian papan komposit

Tabel 1 menunjukkan rasio komposisi variasi 1 sampai variasi 4 yang didapatkan dari beberapa percobaan sehingga sampai mendapatkan komposisi yang sesuai.

Tabel 1. Komposisi Papan Komposit

Bahan	A	B	C	D
Limbah Serat aren	3 g	1,67 g	1,00 g	0,60 g
Limbah Kertas	25 g	20 g	15 g	10 g
Resin UP	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
MEKPO	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml

Panjang bentang sampel yang diuji yaitu 14 cm seperti pada Gambar 13 diukur dengan cara 2 tumpuan yang di atasnya diberikan beban. Beban diberikan setiap defleksi 0,25 secara terus menerus sampai papan komposit patah menjadi 2 bagian dan dicatat hasilnya. Alat pengujian ditunjukkan pada Gambar 14. Hasil uji tersebut dibandingkan dengan SNI papan Komposit No. 03-2105-2006. Tabel 2 menyajikan spesifikasi SNI papan Komposit No. 03-2105-2006.



Gambar 13. Papan komposit dengan dimensi 5 cm x 20 cm x 1 cm (SNI No. 03-2105-2006)



Gambar 14. Alat Pengujian modulus *rupture* (SNI No. 03-2105-2006)

Tabel 2. Spesifikasi SNI Papan Komposit No. 03-2105-2006

No	Sifat Fisis	Nilai Standar
1	Kerapatan (gr/cm^3)	0,4-0,9
2	Kadar Air (%)	14 maks
3	<i>Modulus Rupture</i> (MOR) (kgf/cm^3)	133 min
4	Modulus Elastisitas (MOE) (kgf/cm^3)	2,55 min

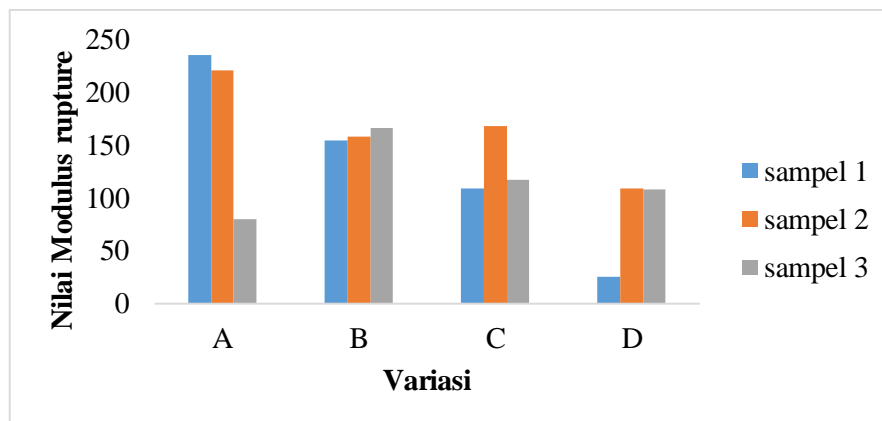
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah konsentrasi biasanya mempengaruhi hasil dari pengujian karena terdapat perbedaan komposisi didalamnya. Pada komposit dari limbah serat aren dan kertas juga mempunyai hasil yang beragam memiliki perbedaan hasil antara variasi satu dengan yang lainnya. Komposit ini dapat mengurangi limbah serat aren yang belum dimanfaatkan secara optimal dan limbah kertas yang semakin menumpuk. Pengolahan papan komposit ini dapat menanggulangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah tersebut.

Nilai uji menunjukkan bahwa semua antar perlakuan menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap nilai kuat tekan. Hasil yang didapat pada variasi A dan B sesuai dengan SNI No. 03-2105-2006 yang menyatakan nilai modulus *rupture*/MOR sebesar minimal 133 kgf/cm^3 . Sedangkan pada variasi C dan D tidak sesuai dengan SNI No. 03-2105-2006 karena hasil yang didapat dibawah 133 kgf/cm^3 . Dapat dilihat bahwa hasil yang terbesar pada variasi A yang mana menggunakan konsentrasi serat aren terbanyak. Kondisi ini dimungkinkan adanya pengaruh homogenitas sifat fisis kimia bahan baku penyusun papan partikel yang digunakan [16]. Variasi A dan variasi B dapat dipakai sebagai matrial papan untuk menunjang pembangunan atau digunakan sebagai *furniture* dan lain-lain. Dengan mempunyai hasil mekanik modulus *rupture* yang kuat maka barang atau alat yang diolah dari papan komposit ini akan memiliki ketahanan yang baik terhadap tekanan ataupun perubahan cuaca. Selain itu kelebihan dari papan komposit ini adalah memiliki ketahanan panas yang kuat karena menggunakan resin *polyester* yang mempunyai sifat termal yang tinggi dan tahan terhadap api. Papan komposit yang terbuat dari limbah serat aren juga tahan terhadap rayap karena bahan yang biasanya terbuat dari bagian pohon aren dapat menahan serangan rayap yang biasanya merusak papan sehingga kekuatan mekaniknya berkurang.

Tabel 3. Data hasil modulus *rupture* papan komposit

Variasi	Sampel 1 (kgf/cm^3)	Sampel 2 (kgf/cm^3)	Sampel 3 (kgf/cm^3)	Jumlah (kgf/cm^3)	Rata-Rata (kgf/cm^3)
A	235,2	220,92	79,8	535,92	178,64
B	154,56	157,92	166,32	478,8	159,6
C	109,2	168	116,76	393,96	131,32
D	25,2	109,2	108,36	242,76	80,92

**Gambar 15.** Grafik hasil pengujian modulus *rupture*

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan bahwa konsentrasi limbah aren dan limbah kertas berpengaruh terhadap modulus *rupture* suatu papan komposit. Perbedaan hasil tersebut dipengaruhi oleh homogenitas sifat fisis kimia bahan baku penyusun papan komposit. Perlunya penambahan variasi dan mencari komposisi yang baik agar hasil pada semua variasi menunjukkan hasil yang baik dan perlunya pengembangan penelitian seperti memperhatikan ukuran serat dan jenis matriks agar mengetahui pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tekan

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta yang memberikan dukungan serta moral pada penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada KEMENRISTEKDIKTI yang sudah memberikan dana hibah penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ANGGRIANI, B., & WIJAYA, K. Pengujian sifat fisis papan dari campuran limbah serat batang kelapa sawit dan serbuk kayu industri dengan perekat poliester, *3*, 40–45.2017
- [2] HERMANTO, N. I. S., HARYANTO, Y., & ERATODI, I. G. L. B.. Karakteristik Komposit Semen Limbah Partikel Bambu Dan Serat Aren Untuk Bahan Bangunan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, *19*(2), 77–82. 2019
- [3] SURONO, U. B., & SUKOCO. Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Ijuk Dengan Bahan Matrik Poliester. *Prosiding Seminar Nasional XI “Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi*, (11), 298–303. 2016.
- [4] SHAHINUR, S., & HASAN, M.. *Natural Fiber and Synthetic Fiber Composites: Comparison of Properties, Performance, Cost and Environmental Benefits. Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.10994-4>.2019
- [5] NUGROHO, YA., LAGIYONO, MUHAMMAD, FS. Study Sifat Mekanik Komposit Matrik Polyester Yang Diperkuat Serat Bambu Tali Dan Serbuk Kayu Jati, *12*(1), 18–23.
- [6] HENDRONURSITO, Y., BINTANG, T., & SELATAN, L. Uji Fisis Papan Partikel Akar Alang-Alang Sesuai Standar SNI. *Balai Pengolahan Mineral Lampung*, *8*, 37–43.2015)
- [7] YOEDONO, B. S., SANTJOJO, D. J. D. H., & MARTINO, B. ANALISIS KEKUATAN LENTUR PLAFON KOMPOSIT SERAT RUMPUT PAYUNG (*Cyperus Alternifolius*) DENGAN Matrik EPOXY, 211–217. 2017.
- [8] MUHAJIR, M., MIZAR, M. A., & SUDJIMAT, D. A.. Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak. *Jurnal Teknik Mesin*, *24*(2), 1–8.2016
- [9] ZHANG, J., KHATIBI, A. A., CASTANET, E., BAUM, T., KOMEILY-NIA, Z., VROMAN, P., & WANG, X. Effect of natural fibre reinforcement on the sound and vibration damping properties of bio-composites compression moulded by nonwoven mats. *Composites Communications*, *13*, 12–17.2019.
- [10] KHRISNA V, ANDREAS PS. Papan Partisi dari Limbah Kertas. *Jurnal INTRA* *5*(2): 802-810. 2017
- [11] SU, H. B., ZHU, P. L., ZHANG, L. C., ZHOU, F. R., LI, G., LI, T. X., WANG, Q., SUN, R., & WONG, C. P. Waste to wealth: A sustainable and flexible supercapacitor based on office waste paper electrodes. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, *786*, 28-34. 2017.
- [12] JOSHI, G., NAITHANI, S., VARSHNEY, V. K., BISHT, S. S., RANA, V., & GUPTA, P. K.. Synthesis and characterization of carboxymethyl cellulose from office waste paper: A greener approach towards waste management. *Waste Management*, *38*, 33-40. 2015
- [13] JOSHI, G., NAITHANI, S., VARSHNEY, V. K., BISHT, S. S., & RANA, V.. Potential use of waste paper for the synthesis of cyanoethyl cellulose: A cleaner production approach towards sustainable environment management. *Journal of Cleaner Production*, *142*, 3759-3768.2017
- [14] LEI, W., FANG, C., ZHOU, X., LI, Y., & PU, M. Polyurethane elastomer composites reinforced with waste natural cellulosic fibers from office paper in thermal properties. *Carbohydrate Polymers*, *197*, 385–394. 2018
- [15] ARIEF, S., PRATIKTO., & IRAWAN, Y.S. Pengaruh Fraksi Volume Serat Kayu Gelam (*Melaleuca Leucandendra*) Kekuatan Tarik Dan Impak Komposit Bermatrik Polyester. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *7*(3), 123-128.
- [16] PURWANTO, D. (2016). Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel Dari Limbah Campuran Serutan Rotan Dan Sebuk Kayu. *Jurnal Riset Industri Vol.*, *10*(3), 125–133.2016.