

	Vol. 4 No. 1 Mei 2024
	Halaman : 39 - 44
e-ISSN : 2809 - 9796	

Studi Alkalisasi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Penguat Komposit Material Akustik

Putri Meilina, Ninis Hadi Haryanti, Tetti Novalina Manik*
Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia

*Email korespondensi : tetti.manik@ulm.ac.id
Submitted: 25 Mei 2024; Accepted: 29 Mei 2024

ABSTRACT– The use of empty oil palm fruit bunches as reinforcement in making composite boards has been carried out. Palm oil empty bunch fiber was obtained in the Kotabaru area, South Kalimantan. Palm oil empty fruit bunch fiber is hydrophilic which causes low adhesive properties between the fiber and the matrix so it is necessary to alkalinize with 3% NaOH for 5 hours first. Alkalinization has increased the cellulose content by 19.36% and reduced the lignin component by 9.04% and other components, such as hemicellulose, pectin, fat and others by 59.63%. Making composite boards uses the hand lay-up method and has succeeded in improving physical and mechanical properties. Water content according to SNI. The acoustic performance of composite boards shows significant results. The acoustic properties of composite boards without alkalinization are sound absorbing, while with alkalinization they are reflective. These results are supported by FTIR and SEM morphology results, which show that the interfacial bonding properties between the fiber and the matrix increase, thereby changing the acoustic performance of the TKKS composite board.

KEYWORD : Alkalinization, hand lay-up, acoustic performance, absorption, reflection.

PENDAHULUAN

Pada tahun 2020-2021, Kalimantan Selatan memiliki luas lahan pada kelapa sawit 505,919 ha, yang mana luas ini meningkat dari sebelumnya yaitu sekitar 497,261 ha. Peningkatan luas lahan perkebunan kelapa sawit juga meningkatkan jumlah limbah dari pohon tersebut, khususnya limbah dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Tandan kosong kelapa sawit merupakan salah satu sumber serat alam. Limbah TKKS sebagai belum dimanfaatkan secara maksimal, kebanyakan hanya sebagai kompos dan bahan interior rumah lainnya, namun serat dari TKKS sebagai penguat bahan pembuat komposit belum banyak dimanfaatkan

Serat TKKS mengandung selulosa sebesar 32,25%; lignin 25,83%; hemiselulosa 23, 24% dan zat ekstraktif 4,19% (Dewanti, 2018). Serat TKKS bersifat hidrofilik, sehingga gaya mengikat (adhesi) antara serat dan matrikas termasuk rendah. Untuk meningkatkan sifat ini biasanya serat diberi perlakuan alkalisasi dengan larutan kimia basa, seperti NaOH, KOH, dan $Al(OH)_3$ (Latip et al., 2019) terlebih dahulu sebelum penggunaannya. Alkalisasi pada serat bertujuan untuk mengurangi bahkan menghilangkan kandungan lignin, hemiselulosa dan minyak yang menutupi permukaan serat, sehingga permukaan serat menjadi lebih kasar dan ketika dijadikan komposit, kemampuan mengikat serat terhadap matrik menjadi kuat. Hal ini sebanding dengan meningkatnya sifat fisis dan mekanis dari komposit yang dibuat (Wijayanto, et al., (2018), Lestari, et al., (2019). Meningkatnya sifat fisis dan mekanis, akan mengubah kinerja sifat akustik bahan komposit juga.

Pada penelitian ini, papan komposit dibuat dengan metode *hand lay-up*; serat yang digunakan serat pendek dari TKKS serta matrik yang digunakan adalah resin melamin formaldehida. Uji yang dilakukan, uji fisis dan mekanik. Sebagai material akustik TKKS juga telah dilakukan oleh Cahyani (2014).

METODE PENELITIAN

Preparasi Serat

Penelitian ini menggunakan sampel TKKS yang berasal dari pabrik pengolahan sawit di wilayah Kotabaru Kalimantan Selatan. Sampel-sampel dicuci dengan menggunakan air mengalir untuk menghilangkan pengotor yang ada pada sampel, kemudian serat-serat dipisahkan. Serat-serat dikeringkan pada suhu kamar agar tidak merusak struktur serat. Serat dikeringkan dalam oven 80 °C untuk menghilangkan kadar air serat hingga kurang dari 8%. Selanjutnya serat dibagi 2 bagian untuk diberi perlakuan, yaitu serat tanpa perlakuan alkalisasi dan serat diberi perlakuan alkalisasi. Alkalisasi dilakukan dengan memberikan larutan NaOH 3%wt, yaitu dengan cara serat-serat direndam dalam larutan NaOH 3% selama 5 jam. Kemudian serat-serat dicuci dengan akuades sampai bersih dan dikeringkan pada suhu kamar hingga benar-benar kering.

Setelah perlakuan alkalisasi, serat siap untuk dilakukan uji kandungan lignin (SNI 0492-1989-A) dan selulosa (SNI 14-0444-1989) dan gugus fungsional serat dengan instrumen FTIR model Bruker Alpha RTDLA-TGS dilengkapi dengan plat Attenuated Total Reflection (ATR) pada rentang bilangan gelombang 4000 – 500 cm⁻¹

Pembuatan Komposit

Papan komposit dibuat menjadi dua bagian dengan serat berukuran ±15 cm dan ± 0,5 cm. Serat-serat disusun dengan teratur dan rapi didalam cetakan, selanjutnya resin melamin formaldehida yang telah dicampur hardener dituang perlahan-lahan dalam cetakan hingga ketebalan 1 cm dan 2 cm. Cetakan dibiarkan hingga benar-benar kering. Setelah kering, keempat permukaan papan komposit diratakan untuk siap diuji fisik, mekanik dan akustik.

Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik

Sifat fisik yang dilakukan meliputi kadar air dan densitas sesuai SNI papan serat 01-4449-2006. Sifat mekanik modulus elastisitas MoE dan modulus patah MoR menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) IBERTEST menurut standar SNI papan komposit 03-2105-2006

Pengujian Sifat Morfologi Komposit

Pengujian morfologi sampel dilakukan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan mode *Backscattered Electron*.

Pengujian Sifat Akustik

Pengujian sifat akustik sampel menggunakan metode tabung impedansi dua mikrofon sesuai ASTM E-1050-98 dalam rentang frekuensi 500 Hz hingga 6000 Hz.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Komponen Kimia

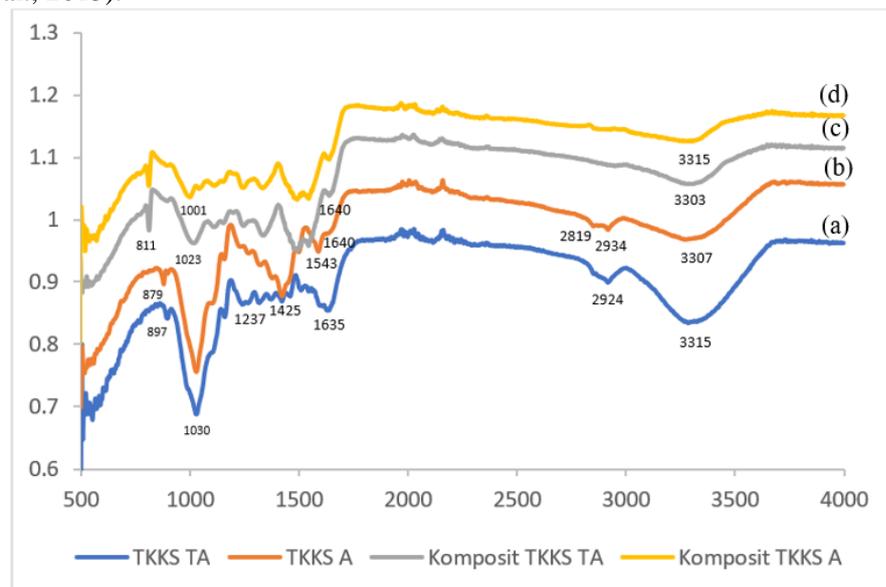
Perlakuan alkalisasi serat TKKS dengan NaOH 3% selama 5 jam telah menurunkan kandungan lignin dan zat lainnya berturut turut sebesar 9,04 % serta kandungan lainnya sebesar 59,63%. Perlakuan ini telah meningkatkan kandungan selulosa sebesar 19,36%, yaitu menjadi 81,94 % sehingga layak untuk dijadikan penguat komposit.

Identifikasi Gugus Fungsi

Gambar 1 menjelaskan spektra FTIR pada sampel serat tanpa alkalisasi dan dengan alkalisasi. Begitu juga sampel papan komposit dengan serat tanpa alkalisasi dan dengan alkalisasi juga ditampilkan dalam gambar 1. Gambar 1(a) dan 1(b) adalah puncak-puncak gelombang ikatan molekul penyusun pada sampel serat TKKS tanpa alkalisasi dan dengan alkalisasi. Pengaruh alkalisasi pada serat

ditunjukkan oleh perubahan intensitas gelombang pada bilangan gelombang 1152 cm^{-1} hingga 1635 cm^{-1} . Bilangan gelombang ini merupakan komponen-komponen lignin dan hemiselulosa pada biomasa, yaitu puncak 1237 cm^{-1} merupakan peregangan C-O dalam asam karbonil dalam hemiselulosa. Puncak 1321 cm^{-1} merupakan penekukan O-H dalam selulosa dan hemiselulosa. Puncak 1425 cm^{-1} dikaitkan dengan vibrasi tekukan O-H pada selulosa dan hemiselulosa dan tekukan C-H pada senyawa CH₃ pada lignin, Gugus fungsi 1605 cm^{-1} dan 1512 cm^{-1} berhubungan dengan vibrasi aromatik pada lignin. Setelah proses alkalisasi, intensitas puncak 1425 semakin besar, hal ini menunjukkan komponen selulosa yang tertinggal. Setelah proses alkalisasi, puncak 2924 juga berkurang, menunjukkan bahwa komponen aldehida telah berkurang akibat alkalisasi dengan NaOH. Demikian juga komponen OH pada puncak 3315 cm^{-1} telah berkurang pada komponen lihnin, hemiselulosa dan selulosa pada serat akibat alkalisasi.

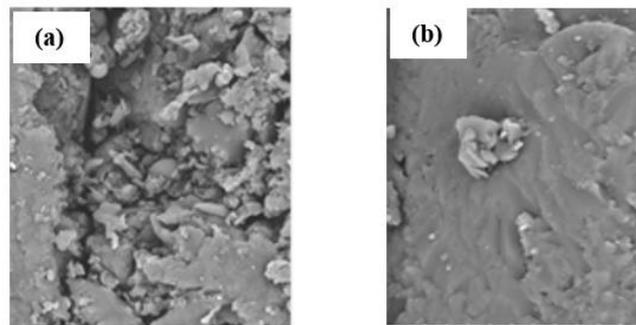
Pada Gambar 1(c) dan 1(d) menunjukkan perbedaan yang jelas antara komposit dengan penguat serat setelah proses alkalisasi dengan tanpa proses alkalisasi. Hal ini ditunjukkan oleh puncak 1001–1030 cm^{-1} . Hal ini menunjukkan bahwa alkalisasi telah meningkatkan sifat adesif antara serat dan metrik, dimana komponen selulosa C-O-C telah mengikat dengan komponen Resin melamin formaldehida. Demikian juga komponen biomasa pada 897–879 cm^{-1} tidak terdapat lagi setelah terbentuk komposit dan muncul puncak 811 cm^{-1} yang merupakan fingerprint dari melamin formaldehida, yaitu vibrasi tekuk cincin triazina pada melamin (Gindl et al., 2004); (Merline et al., 2013). Demikian juga dengan puncak 3303–3315 cm^{-1} yang merupakan gugus dari OH dan vibrasi ulur N-H (Merline et al., 2013).



Gambar 1. Spektrogram FTIR (a) serat tanpa alkalisasi (b) serat dengan alkalisasi (c) papan komposit tanpa alkalisasi (d) papan komposit dengan alkalisasi

Morfologi Komposit

Gambar 2 merupakan morfologi komposit TKKS (a) tanpa alkalisasi dan (b) dengan alkalisasi berdasarkan hasil SEM. Morfologi permukaan menunjukkan perbedaan yang signifikan, Gambar 2a menunjukkan serat dengan matriks tidak menunjukkan ikatan permukaan yang baik, sebaliknya dengan serat dialkalisasi. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan alkalisasi pada serat TKKS meningkatkan sifat adhesif pada serat terhadap matriks sesuai dengan hasil FTIR pada Gambar 1.



Gambar 2. Morfologi papan komposit dengan perbesaran 2.500 (a) serat TKKS tanpa proses alkalisasi (b) serat TKKS dengan proses alkalisasi

Sifat Fisik Komposit

Hasil ini sesuai dengan uji sifat fisik yaitu kadar air dan densitas komposit, yaitu kadar air komposit dengan alkalisasi meningkat, karena sampel lebih padat dan rapat dengan densitas rata-rata sekitar $0,79 \text{ gr/cm}^3$. Hasil uji sifat fisik ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa nilai kadar air semua sampel telah memenuhi SNI yakni $\leq 13\%$, yaitu berkisar $2,82\% - 4,93\%$.

Tabel 1. Nilai kadar air dan densitas,

Identitas Sampel	Kadar air (%)	Densitas (g/cm^3)
A TA 1 cm	3,94	0,84
A AL 1 cm	4,28	0,75
A TA 2 cm	2,32	0,76
A AL 2 cm	3,16	0,78
B TA 1 cm	3,70	0,89
B AL 1 cm	4,93	0,81
B TA 2 cm	2,82	0,76
B AL 2 cm	3,77	0,72

Keterangan: A dan B kode sampel: serat panjang dan serat pendek; TA (Tanpa proses Alkalisasi) dan dengan proses AL (Alkalisasi); 1 cm dan 2 cm adalah tebal sampel

Sifat Mekanik Komposit

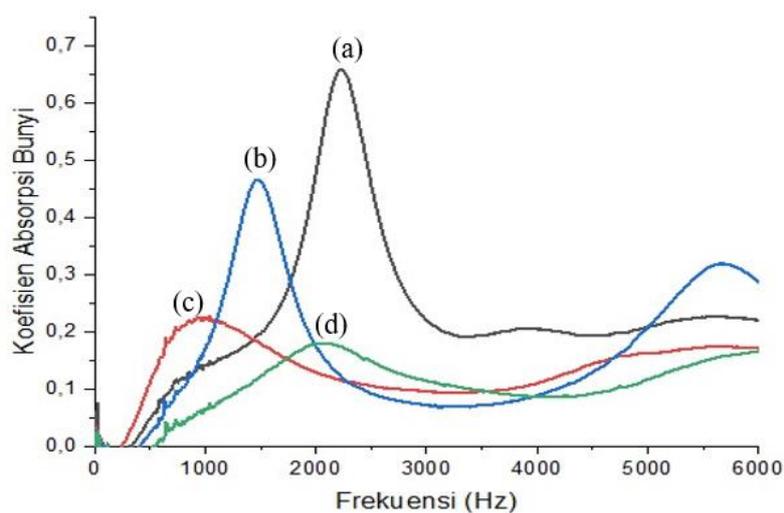
Nilai MOE papan komposit serat panjang lebih tinggi dibandingkan serat pendek, hal ini dikarenakan serat panjang dapat menyalurkan pembebanan dari suatu titik. Demikian juga dengan MOR, lebih tinggi dibandingkan komposit tanpa alkalisasi. Namun, Nilai MOE tanpa perlakuan alkalisasi lebih tinggi dibandingkan dengan MOE berperlakuan alkalisasi, hal ini disebabkan karena berkurangnya ikatan $-OH$ yang mengikat masing-masing komponen. Nilai MOR yang dihasilkan telah memenuhi SNI papan partikel 03-2105-2006 yaitu minimal $8,04 \text{ Mpa}$ sedangkan nilai MOR yang didapat $11,17 \text{ MPa} - 18,73 \text{ Mpa}$ seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Nilai MOE dan MOR komposit

Identitas Sampel	MOE (MPa)	MOR (MPa)
A TA 2 cm	1286,35	14,59
A AL 2 cm	773,17	18,73
B TA 2 cm	652,48	12,8
B AL 2 cm	592,64	11,17

Sifat Akustik Komposit

Koefisien penyerapan bunyi (α) ditunjukkan pada Gambar 3 dengan (a) TA 1 cm, (b) TA 2 cm, (c) A 1 cm dan (d) A 2 cm. Tren koefisien penyerapan bunyi pada sampel papan komposit menunjukkan sifat akustik resonan, dimana setiap tren menunjukkan satu puncak resonansi, dan komposit dengan alkalisasi menunjukkan nilai koefisien penyerapan paling kecil. Menunjukkan papan komposit yang dibuat bersifat pemantul, yaitu koefisien penyerapan kurang dari 0,2 (Satwiko, 2009). Adapun papan komposit yang dibuat memiliki puncak resonansi (a) 0,62 pada frekuensi 2200 Hz (b) 0,46 pada frekuensi 1500 Hz (c) 0,22 pada frekuensi <1000 Hz (d) 0,18 pada frekuensi 2000 Hz. Frekuensi puncak-puncak resonansi berada pada frekuensi menengah, yaitu frekuensi suara manusia dalam kondisi percakapan. Jadi, papan komposit dapat digunakan pada ruangan-ruangan yang bertujuan untuk percakapan manusia, baik sebagai pemantul maupun sebagai penyerap suara yaitu (α) 0,62 dan (α) 0,46. Hasil ini sesuai dengan morfologi yang ditunjukkan oleh Gambar 2, bahwa komposit rapat dan licin.



Gambar 3. Grafik koefisien penyerapan bunyi papan komposit

KESIMPULAN

Sifat akustik papan komposit dengan serat TKKS yang melalui perlakuan alkalisasi, telah mampu mengubah sifat akustik dari papan komposit, dari bersifat menyerap dengan nilai α yaitu 0,46 dan 0,62 menjadi pemantul dengan nilai α yaitu 0,22 dan 0,18. Hal ini didukung oleh sifat FTIR dari komposit dan morfologi sampel komposit, yang mana sifat adesif atau mengikat antara serat dan matrik meningkat dan baik dalam sampel. Berdasarkan hasil kadar air, papan komposit ini juga sudah baik, jika digunakan dalam ruangan, karena sesuai dengan SNI, demikian juga dengan hasil MOR, kemampuan untuk menahan benturan juga terindikasi sudah baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Lambung Mangkurat yang telah mendanai penelitian ini melalui dana Hibah PDWM (Program Dosen Wajib Meneliti).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2021. *Luas Areal Kelapa Sawit Menurut Provinsi Di Indonesia Pada Tahun 2019-2021*. <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>
- Cahyana, B. T. 2014. *Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel Tanpa Perekat Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Acq)*. 15–26.
- Dewanti, D. P. 2018. Potensi Selulosa Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 81.

- <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2644>
- Esteves, B., Marques, A. V., Domingos, I., & Pereira, H. 2013. Chemical Changes Of Heat Treated Pine And Eucalypt Wood Monitored By Ftir. *Maderas: Ciencia Y Tecnologia*, 15(2), 245–258.
- Gindl, W., Hansmann, C., Gierlinger, N., Schwanninger, M., Hinterstoisser, B., & Jeronimidis, G. 2004. Using A Water-Soluble Melamine-Formaldehyde Resin To Improve The Hardness Of Norway Spruce Wood. *Journal Of Applied Polymer Science*, 93(4), 1900–1907.
- Gonultas, O., & Candan, Z. 2018. Chemical Characterization And Ftir Spectroscopy Of Thermally Compressed Eucalyptus Wood Panels. *Maderas: Ciencia Y Tecnologia*, 20(3), 431–442.
- Lestari, R. Y., Harsono, D., Cahyana, B. T., Atmaja, B. T., & Asmoro, W. A. (2019). Tingkat Redaman Suara Papan Komposit Dari Tandan Kosong. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Inovasi Industri*.
- Merline, D. J., Vukusic, S., & Abdala, A. A. 2013. Melamine Formaldehyde: Curing Studies And Reaction Mechanism. *Polymer Journal*, 45(4), 413–419.
- Rukmini, P. 2018. Utilization Of Cassava Waste In The Production Of Plywood Adhesive Ekstender With Dextrin (With Acid Catalyst). *Konversi*, 6(2), 37–44. <https://doi.org/10.20527/k.v6i2.4756>
- Satwiko, P. 2009. *Fisika Bangunan*, Penerbit Amdit, Yogyakarta
- Sni 01-4449-2006. (2006). *Papan Serat*.
- Wijayanto, P. N., J., Mujiarto, S., Barry, A., Id, J. A., Com, A., Negeri, U., Magelang, T., & Id, M. C. 2018. *Prosiding Snrt (Seminar Nasional Riset Terapan) Analisis Koefisien Bunyi Papan Partikel Berbahan Baku Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit*. 5662(November), 13–22.
- Zhang, F. D., Xu, C. H., Li, M. Y., Chen, X. D., Zhou, Q., & Huang, A. M. 2016. Identification Of *Dalbergia Cochinchinensis* (Cites Appendix Ii) From Other Three *Dalbergia* Species Using Ft-Ir And 2d Correlation Ir Spectroscopy. *Wood Science And Technology*, 50, 693–704.