

KARAKTERISASI SERAT IJUK DENGAN FOURIER TRANSFORM INFRARED DAN X RAY DIFFRACTION TEST

Nitya Santhiarsa¹, Suarsana², Budiarsa³

¹Mechanical Engineering , Engineering Faculty, Udayana University,Indonesia

²Mechanical Engineering , Engineering Faculty, Udayana University.Indonesia

³Mechanical Engineering , Engineering Faculty, Udayana University.Indonesia

Email: santhiarsa@yahoo.com

Abstrak

Serat ijuk sebagai pengisi komposit diberikan perlakuan kimia untuk meningkatkan kompatibilitas dengan matrik epoxy. Perlakuan kimia disini meliputi perlakuan alkali dengan larutan ammonium hidroksida(NH₄OH),sodium hidroksida(NaOH) dan potassium hidroksida(KOH), masing-masing larutan memiliki kelarutan basa yang berbeda. Karakterisasi dilakukan dengan uji FTIR dan XRD. Hasil penelitian dengan uji FTIR menunjukkan tidak adanya perubahan gugus fungsi kimia serta tidak ada transformasi struktur kristal yang terjadi pada serat ijuk berdasarkan hasil uji XRD.

Pendahuluan

Pohon Aren (*Arenga Pinnata*) termasuk dalam familia Arecaceae(Palmae) dan termasuk tumbuhan berbiji tertutup(*Angiospermae*), pohon tidak bercabang, memiliki pokok batang dimana bagian atasnya tertutup oleh pelepasan daun dan diselimuti oleh serabut berwarna hitam yang dikenal sebagai *ijuk* atau *duk*. Serat Ijuk mempunyai sifat di antaranya berupa helaian serat berwarna hitam, bersifat elastis ,kuat dan ulet serta sangat tahan dalam air bersifat asam serta dalam air bergaram. Pemanfaatan serat ijuk dalam teknologi komposit semakin luas, beberapa hasil penelitian seperti yang dilakukan Mimpin Sitepu [1] dimana serat ijuk bisa digunakan sebagai perisai radiasi gelombang elektromagnetik di antaranya radiasi nuklir ,serat ijuk mampu menyerap radiasi α dan β yang dipancarkan oleh unsur radioaktif dan berdasarkan hasil penelitian dari Evi Christiani[2], serat ijuk dapat digunakan sebagai perisai radiasi netron. Pengembangan lebih lanjut tentang potensi serat ijuk sebagai perisai radiasi gelombang elektromagnetik perlu dilakukan mengingat spektrum gelombang elektromagnetik yang lebar,selain yang terionisasi seperti di atas ada juga yang tergolong radiasi non-terionisasi, seperti gelombang mikroelektromagnetik.

Serat ijuk sebelum digunakan sebagai pengisi atau penguat dalam proses pembuatan komposit diberi perlakuan

permukaan agar kompatibilitasnya dengan matrik polimer dapat ditingkatkan. Kompatibilitas serat dengan matriks polimer meningkat disebabkan beberapa hal seperti berkurangnya sifat hidrofilik serat, serat lebih bersih , porositas dan kekasaran permukaan serat meningkat, dan sifat wettability serat lebih baik, dengan demikian komposit menjadi makin kuat. Perlakuan permukaan serat dapat dilakukan dengan perlakuan kimia antara lain dengan peredaman dengan larutan alkali, permanganat dan penggunaan bahan kopling(*coupling agent*).[3] Perlakuan alkali memang dapat meningkatkan sifat mekanik serat namun di sisi lain seiring dengan menurunnya sifat hidrofilik maka menurun pula sifat listrik, yaitu konduktivitas dan konstanta dielektrik serat yang mana dibutuhkan dalam fungsi sebagai perisai gelombang mikroelektromagnetik. Terkait dengan sifat listrik, Paul, A.et.al[4], telah melakukan kajian pengaruh perlakuan permukaan pada sifat listrik komposit serat sisal-matrik low-density polyethylene(LDPE), perlakuan itu adalah perlakuan NaOH 10 %, acetylasii, peroxide, asam stearic ,potassium permanganat dan isocyanate. Hasilnya menunjukkan penurunan nilai dielektrik pada komposit dengan serat yang di treatment, dan sebaliknya ada peningkatan nilai resistivitas. Komposit dengan serat tanpa perlakuan memiliki konstanta dielektrik tertinggi, disusul isocyanate,

NaOH dan acetyiasi. Jacob, M[5], telah melakukan penelitian tentang pengaruh perlakuan alkali NaOH 0,5 %,1,2% dan 4 % selama 1 jam dan perlakuan silane fluorosilane,3-aminopropyltriethoxysilane dan vinyl triethoxysilane 0,4 % selama 1,5 jam pada hibrid serat sisal-oil palm, kemudian dibentuk komposit dengan matrik karet alam, hasilnya menunjukkan perlakuan kimia meningkatkan resistivitas dan menurunkan nilai konstanta dielektrik. Konstanta dielektrik tertinggi pada komposit dengan penguat serat tanpa perlakuan, setelah itu perlakuan 0,5 % NaOH dan paling rendah 4 % NaOH dan sebaliknya terjadi pada nilai resistivitas.

Perlakuan alkali dengan NaOH sudah banyak dilakukan, selain relatif lebih ekonomis juga hasil yang diperoleh cukup baik, meski demikian perlu dilakukan penelitian tentang perlakuan dengan alkali lain seperti NH₄OH dan KOH untuk mengetahui perbandingan hasilnya secara kualitatif maupun kuantitatif misal dari perubahan komposisi senyawa di dalam serat ijuk. Larutan NH₄OH termasuk basa lemah, NaOH dan KOH tergolong basa kuat dimana KOH memiliki kelarutan basa yang lebih besar. Basa kuat memiliki nilai logaritmik konstanta disosiasi basa (pK_b) lebih kecil dibandingkan basa lemah. Pada

Tabel 2 Sifat Kimia Serat Ijuk

Serat Ijuk	Holo selulosa	Alfa selulosa	Hemi selulosa	Lignin	Abu	Kadar air	Ref
67.42	51.54	15.88	43.09	2,54	8.895	[4]	
65,6	52,3	13,3	31,5	4	7,4	[5]	
55.537	50.337	5,2	41.88	2.585	0.5447	[7]	
45,98	30,10	15,88	52,87-	-	-	[8]	

Metode Penelitian

Material

Serat ijuk(arenga pinnata) diperoleh dari daerah Gianyar , Bali. Larutan alkali yang digunakan adalah larutan ammonium hidroksida NH₄OH, sodium hidroksida(NaOH) dan Potassium Hidroksida(KOH).

Tabel 3 Kekuatan Basa dan pH larutan Alkali

penelitian dan pembahasan saat ini, karakterisasi baru dilakukan pada perubahan morfologi permukaan serat, perubahan komposisi senyawa dan perubahan derajat kristalinitas pada serat ijuk akibat perlakuan alkali yang berbeda kelarutan basa, jadi belum sampai pada pengujian karakterisasi perubahan sifat listrik serat.



Gambar 1 Pohon Aren dan serat Ijuk

Tabel 1 Sifat Fisik dan Mekanik Serat Ijuk

Serat Ijuk	Berat Jenis (gr/cm ³)	Diameter (mm)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (GPa)	Ref
1,136	-	-	-	-	[2]
-	0,221	276,6	5,9	[3]	
1,29	0,1-0,311	190,29	3,69	[4]	
1,29	0,401	66,67	2,06	Current study	

Parameter	NH ₄ OH	NaOH	KOH
pK _b	4,75	1	0,5
pH (diukur pada 0,25 M/100 ml)	8,8	9,2	9,3

Pembuatan Specimen

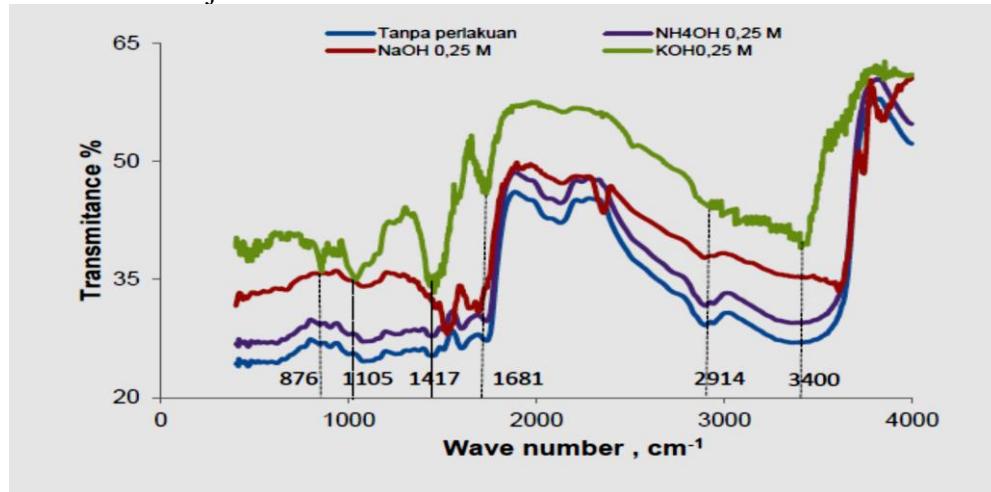
Serat ijuk dibersihkan dan dikeringkan, dibagi menjadi empat bagian, satu sampel tanpa perlakuan, dan tiga sampel lainnya dengan perlakuan, yaitu, masing-masing satu untuk perlakuan NH₄OH 0,25 M , NaOH 0,25 M , dan KOH 0,25 M . Serat direndam selama 1 jam di dalam larutan alkali masing-masing, setelah itu diangkat dan dibilas dengan air destilasi hingga bersih dan air bilasan netral(pH 7), kemudian dikeringkan di ruangan selama 4 hari Untuk uji FTIR dan XRD, serat ijuk ditumbuk hingga menjadi serbuk halus..

Pengujian Karakterisasi Serat:

- Alat uji komposisi yakni : FTIR Alat Uji Shimadzu Fourier Transform Infra-Red(FTIR)
- Spectrophotometer merk IRPrestige-21 buatan Shimadzu Corp, Kyoto, Japan
- Alat Uji XRD, Merk: PANalytical X'Pert PRO

Hasil dan Pembahasan

Pengujian FTIR Serat Ijuk



Gambar 2. Spektrum FTIR dari Serat Ijuk tanpa dan dengan Perlakuan

Berdasarkan data hasil uji FTIR di atas dapat dilihat gugus fungsional spesifik yang ada di setiap daerah morfologikal serat ijuk masing-masing yaitu serat tanpa perlakuan, serat dengan perlakuan rendaman 0,25 M NH₄OH, perlakuan 0,25 M NaOH, dan perlakuan rendaman 0,25 M KOH. Dari keempat gambar spektra ternyata memiliki bentuk dan pola yang serupa hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perubahan gugus atau kelompok fungsional dalam serat ijuk akibat perlakuan rendaman alkali. Kemudian, dari tabel puncak-puncak yang muncul pada *wavenumbers* tertentu menunjukkan gugus fungsional tertentu yang ada dalam serat serta kandungan konstituen kimia (seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin) yang ada dalam serat. Pada wavenumbers kisaran 600-1000 cm⁻¹ puncak-puncak berhubungan dengan kelompok C-H alkena, C-OH dan C-O-C dalam serat yang ada dalam selulosa dan hemiselulosa serat. Pada kisaran 1000-1300 cm⁻¹ berhubungan dengan kelompok C-O yang berasal dari lignin dan selulosa,

dimana pada puncak pada sekitar 1100 cm⁻¹ terdapat gugus C-OH yang menunjukkan selulosa mengandung gugus OH, kemudian kisaran 1300-1600 cm⁻¹ menunjukkan kelompok fungsi C=C cincin aromatic, C-H alkana, dan C=C alkena yang berasal dari lignin. Keberadaan puncak pada kisaran 1635 cm⁻¹ pada semua sampel menunjukkan serat masih mengandung air karena serat masih mempunyai sifat hidrofilik. Pada puncak di kisaran 1700-1800 cm⁻¹ berelasi dengan kelompok C=O aldehid/ keton/asam karboksilat/ ester atau kelompok carboxylic pada hemiselulosa dan lignin dari serat. Terlhat tidak ada puncak pada 1700 cm⁻¹ pada perlakuan KOH yang menunjukkan kandungan non selulosa telah hilang larut bersama pelarut. Selanjutnya, pada puncak di kisaran 2800 cm⁻¹ terkait dengan kelompok C-H alkana yang berasal dari polisakarida dan wax, serta pada kisaran 3300-3650 cm⁻¹ yang menunjukkan kelompok O-H yang berasal dari Terlhat tidak ada puncak pada 1700 cm⁻¹ pada perlakuan KOH yang

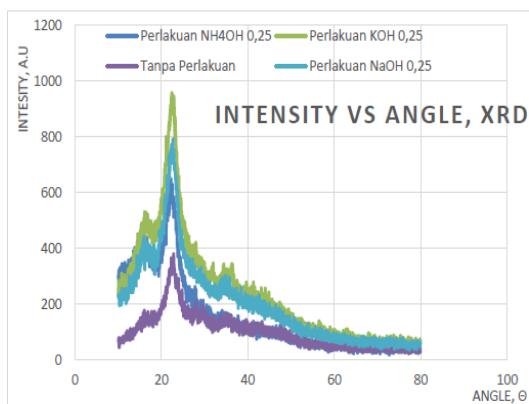
menunjukkan kandungan non selulosa telah hilang larut bersama pelarut. Selanjutnya, pada puncak di kisaran 2800 cm^{-1} terkait dengan kelompok C-H alkana yang berasal dari polisakarida dan wax, serta pada kisaran $3300\text{-}3650\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan kelompok O-H yang berasal dari polisakarida serat, gugus fungsi O-H alkohol monomer/ fenol dan gugus fungsi

Pada gambar spektrum di atas menunjukkan terjadinya peningkatan sinar infra merah yang ditransmisikan oleh spesimen yang mendapat perlakuan alkali dibandingkan spesimen yang tanpa perlakuan, hal ini berarti makin sedikit sinar infra merah yang diserap oleh spesimen dengan perlakuan alkali. Hal ini terjadi karena perlakuan alkali mengakibatkan berkurangnya gugus polar yang ada pada serat dimana gugus polar ini mampu menyerap radiasi sinar infra merah. Makin kuat basa dari larutan alkali maka makin banyak gugus polar yang hilang, maka makin menurun kemampuan serap dari spesimen tersebut atau makin meningkat radiasi sinar infra merah yang dapat diteruskan, karena larutan KOH paling kuat

O-H asam karboksilat monomer. Kehadiran gugus-gugus fungsional O-H yang ada di permukaan serat inilah yang paling besar mendukung kemampuan serat untuk menghantarkan arus listrik dan juga untuk terjadinya dipol polarisasi sebagai mekanisme dasar sifat dielektrik, karena gugus O-H memiliki kepolaran lebih besar dibandingkan gugus C-H dan C-O. basanya di antara larutan NaOH dan NH₄OH, maka spesimen dengan perlakuan KOH mempunyai presentase *transmittance* tertinggi.

Pengujian XRD Serat Ijuk

Analisis difraksi sinar-X dilakukan untuk memberikan informasi tentang perubahan struktur kristal yang terjadi pada serat ijuk selama proses perlakuan alkali. Uji XRD dilakukan pada kondisi ruangan, sampel berupa serbuk ijuk halus, menggunakan PANalytical X'Pert sistem Pro Difraktometer dengan radiasi CuK α ($\lambda = 1,54\text{ \AA}$). Hasil XRD dari serat ijuk dianalisis menggunakan perangkat lunak dari PANalytical X'Pert HighScore.



Gambar 3. Pola XRD dari Serat Ijuk tanpa dan dengan Perlakuan

Pola XRD dari keempat sampel yaitu serat ijuk tanpa perlakuan, perlakuan NH₄OH, perlakuan NaOH dan perlakuan KOH, ditampilkan pada gambar 5.2. Lebar penuh pada setengah maksimum (*Full Width at Half Maximum*) puncak difraksi dari keempat sampel dianalisis. Difraktogram dari keempat sampel

menunjukkan ada tiga puncak yaitu pada $2\theta = 16,3^\circ$, yang menunjukkan bagian hemiselulosa dan lignin, $2\theta = 34,7^\circ$, dan puncak utama yang terdefinisi baik di sekitar $2\theta = 22,5^\circ$, yang merupakan karakteristik selulosa I β [7]. Bentuk selulosa kristalin ada empat tipe yaitu tipe I, II, III dan IV, dimana tipe I adalah jenis

selulosa yang sering ditemukan di alam atau merupakan produk alami, dimana secara alami tidak dapat diubah menjadi selulosa kristalin tipe yang lain. Selulosa tipe I mempunyai ikatan glukosida paralel dan mempunyai ikatan hidrogen intramolekul yang kuat. Di alam ada dua tipe selulosa tipe I sebagai selulosa kristalin suballomorphs yaitu tipe I α dan I β , perbedaan antara tipe I α dan I β terletak pada perbedaan ikatan hidrogen antar rantai selulosa, proporsi ikatan hidrogen dan tergantung kepada sumbernya di alam. Selulosa tipe II jarang ditemukan di alam dan dapat dikatakan sebagai hasil represifikasi setelah proses swelling dan pelarutan kembali selulosa tipe I. Kemudian selulosa tipe III dan IV juga sangat jarang ditemukan di alam [8]. Setelah perlakuan dengan NH₄OH, NaOH dan KOH masing-masing konsentrasi 0,25 M selama 1 jam, tidak ada transformasi struktur kristal dari serat ijuk yang ditunjukkan tidak adanya perubahan dalam sudut difraksi (2 θ). Namun, intensitas difraksi relatif meningkat setelah perendaman dalam larutan alkali tersebut, dimana kristalinitas dan indeks kristalin serat tanpa perlakuan 63,9 % dan 43,4%, setelah diberi perlakuan NH₄OH meningkat menjadi 67,7% dan 56,4%, perlakuan NaOH 72% dan 61,1%, serta perlakuan KOH 75,5% dan 67,6%. Spesimen dengan perlakuan KOH memiliki intensitas difraksi tertinggi karena larutan KOH mempunyai daya kelarutan yang terbesar dibandingkan larutan NaOH dan NH₄OH sehingga paling banyak menghilangkan bagian amorf yang ada pada serat. Peningkatan intensitas difraksi menunjukkan bahwa serat memiliki lebih banyak kristal selulosa akibat penghapusan bagian amorf yang ada pada serat seperti hemiselulosa, lignin, dan beberapa bahan non-selulosa lainnya dan hasil penataan ulang rantai selulosa dalam kemasan yang lebih baik, hal ini menyebabkan berkurangnya kemampuan penyerapan (absorbsi) air dari serat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian FTIR diketahui perlakuan alkali yang berbeda kelarutan basa, tidak menyebabkan perubahan kelompok fungsional dalam serat ijuk, dan hasil uji XRD menunjukkan tidak ada transformasi struktur kristal dari serat ijuk yang ditunjukkan tidak adanya perubahan dalam sudut difraksi (2 θ) namun intensitas difraksi sudut difraksi relatif meningkat setelah perendaman dalam larutan alkali tersebut, yang mana peningkatan intensitas difraksi menunjukkan bahwa serat memiliki lebih banyak kristal selulosa akibat penghapusan bagian amorf yang ada pada selulosa seperti hemiselulosa, lignin, dan beberapa bahan non-selulosa lainnya dan hasil penataan ulang rantai selulosa dalam kemasan yang lebih baik.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Kementerian Ristek dan Dikti RI atas dana riset yang telah diberikan dan kepada staf Lab. Bersama MIPA Universitas Udayana, Lab. Sentra MIPA Universitas Malang atas bantuan pengujian serta semua pihak yang terkait yang membantu selama penelitian ini.

Referensi

- [1] Sitepu,M. Evi C S., Sembiring,M. Barus, D. Sudiat, Modifikasi Serat Ijuk dengan Radiasi Sinar – γ , Suatu Studi untuk Perisai Radiasi Nuklir, Jurnal Sains Kimia, vol. 10-1 (2006), : 4–9
- [2] Evi, C. S, Karakterisasi Ijuk pada Papan Komposit Serat Ijuk Pendek sebagai perisai Radiasi Netron, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2008
- [3] Sahari J, Sapuan SM, Ismarrubie ZN, Rahman MZA. Comparative study of physical properties based on different parts of sugar palm fibre reinforced unsaturated polyester composites. Key Eng Mater(2011);471–472:502–6.

-
- [4] Bachtiar D, Sapuan SM, Zainudin ES, Khalina A, Dahlan KZM.2010. The Tensile properties of single sugar palm (*Arenga pinnata*) fibre. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. ;11-1(2011):012012.
 - [5] Santhiarsa,N,Marsyahyo,E.Sonief, A.A. Pratikto, Potensi Serat Ijuk (*Arenga Pinnata Fiber*) sebagai Penguat Komposit Polimer, Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan III, Universitas Udayana,2012
 - [6] eprints.uns.ac.id/1877/1/1847-4157-1-SM.pdf
 - [7] Patra , A., Bisoyi, D.K., , Investigation of the Electrical and Mechanical Properties of Short Sisal Fiber-reinforced Epoxy Composite in Correlation with Structural Parameters of The Reinforced Fiber, *Springer J Mater Sci* **46(2011)** 7206-7213
 - [8] Ambriyanto,KS. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* Schaum), Jurusan Biologi, FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 2010