

Pemanfaatan Fiber Kelapa Sawit dan Pelepah Pisang Sebagai Komposit Ramah Lingkungan

Adhi Setiawan^{1*}, Vivin Setiani¹, Fitri Hardiyanti², Devina Puspitasari²

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
adhistw23@gmail.com

Abstrak--Perkembangan komposit dengan matriks polimer (PMC) telah berkembang cukup pesat terutama dalam menggantikan penggunaan material logam dibidang industri. Penggunaan serat alam sebagai penguat dalam produk material komposit polimer telah meningkat dalam dua dekade terakhir. Penggunaan limbah serat kelapa sawit dan kulit pisang menjadi alternatif yang menarik dalam pembuatan material komposit karena jumlahnya yang cukup melimpah, murah, serta memiliki kandungan hemiselulosa yang tinggi sehingga dapat memperkuat struktur matriks dari polimer epoksi. Namun, penggunaan serat alam masih terbatas karena serat alam memiliki daya adhesi yang lemah terhadap matriks polimer sehingga menurunkan sifat mekanik komposit. Proses alkali treatment dilakukan dengan Proses alkali treatment dilakukan dengan perendaman fiber pada kondisi tanpa NaOH dan larutan NaOH 5% selama 24 jam. Fiber atau serat yang dihasilkan selanjutnya dicampur dengan resin epoksi di dalam cetakan dan menghasilkan 4 sampel (A, B, C, D) dengan variasi fiber kelapa sawit dan fiber pelepah pisang. Hasil pengujian SEM menunjukkan proses alkali treatment berpengaruh hilangnya komponen lignin dan hemiselulosa pada fiber sabut kelapa sawit dan pelepah pisang. Hasil dari pengujian FTIR menunjukkan proses treatment alkali menyebabkan lignin menjadi hilang sehingga peak pada area tersebut menjadi lebih rendah. Selanjutnya pada hasil uji tarik menunjukkan bahwa treatment alkali menyebabkan adanya peningkatan nilai kekuatan tarik pada sampel dengan perbandingan massa resin: fiber kelapa sawit: fiber pisang sebesar 90: 2%: 8% (sampel A) dan 90: 4%: 6% (sampel B). Sedangkan Kekuatan maksimum dari komposit diperoleh pada komposit dengan kandungan fiber pisang yang tertinggi yaitu sebesar 8%.

Keywords : komposit fiber; Perlakuan Alkali; Serat Kelapa Sawit; fiber Pelepah Pisang

I. PENDAHULUAN

Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih dengan perbedaan sifat fisika dan kimia tetapi masing-masing komponen pembentuknya masih dapat dibedakan secara jelas di dalam produk akhirnya. Penggunaan material komposit saat ini berkembang cukup pesat dalam menggantikan produk logam dan paduan dalam struktur maupun konstruksi karena sifatnya yang ringan, ketahanan kimia dan korosi yang baik, serta memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi [1]. Fiber kelapa sawit dan kulit pisang merupakan limbah pertanian yang jumlahnya cukup melimpah mengingat produk kelapa sawit dan pisang merupakan komoditi andalan di Indonesia [2]. Namun, pemanfaatan limbah fiber kelapa sawit dan kulit pisang masih relatif masih minim. Bahkan, beberapa industri pengolahan kelapa sawit menggunakan metode pembakaran untuk mengurangi volume limbah fiber yang dihasilkan sehingga menimbulkan pencemaran udara.





Gambar 1. Sabut Kelapa Sawit (A) dan Sabut Pelepeh Pisang (B)

Limbah kulit pisang memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kayu lunak yakni sekitar (60-65%) serta hemiselulosa (6-8%) sehingga dapat memperbaiki kekuatan mekanik pada komposit polimer [3]. Oleh karena itu, fiber kelapa sawit dan kulit pisang dapat menjadi alternatif yang menarik sebagai material komposit hibrid di dalam matriks polimer epoksi. Fiber kelapa sawit memiliki sifat kekuatan spesifik yang tinggi, ketangguhan yang tinggi, tahan lama, murah, serta dapat di daur ulang [4]. Beberapa penelitian sebelumnya pada umumnya mempelajari penggunaan sabut kelapa maupun fiber glass sebagai material penguat dari komposit polimer. Padahal pada proses pembuatan serat komposit berbasis serat alam, tingkat adhesi antar muka matriks dan serat sangat menentukan sifat mekanik komposit. Tingkat adhesi permukaan fiber terhadap matriks polimer dipengaruhi oleh konsentrasi larutan basa yang digunakan pada saat proses perlakuan permukaan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi komposit *hybrid* fiber limbah sabut kelapa sawit dan serat pelepeh pisang yang diperkuat dengan polimer epoksi, menganalisis pengaruh konsentrasi basa, serta komposisi fiber sifat mekanik komposit. Diharapkan dalam penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan material komposit fiber yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah sabut kelapa sawit dan serat pelepeh pisang yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat maupun industri menghasilkan inovasi produk yang dapat dimanfaatkan di bidang otomotif maupun transportasi.

II. METODE PENELITIAN

A. Perlakuan Permukaan Fiber (*Fiber Surface Treatment*)

Serat sabut kelapa sawit sebelum mengalami perlakuan permukaan dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan aquadest untuk membersihkan kotoran yang menempel pada permukaan fiber serta dilanjutkan dengan tahap pengeringan pada oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Serat yang kering selanjutnya direndam di dalam larutan NaOH selama 24 jam untuk *cleaning/bleaching* permukaan fiber selulosa. Perendaman dilakukan pada variasi konsentrasi tanpa alkali treatment dan dengan alkali treatment pada larutan NaOH 5%.

Fiber yang telah direndam selanjutnya dicuci dengan aquadest dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam.

B. Pencampuran Material Komposit

Fiber atau serat yang dihasilkan selanjutnya dicampur dengan resin epoksi di dalam cetakan yang telah disediakan berukuran 50 cm x 50 cm. Perbandingan massa resin terhadap pengeras (*hardener*) sebesar 1:1. Campuran dari fiber dan matriks tersebut selanjutnya dikompresi untuk memadatkan campuran material. Perbandingan massa matriks: fiber kelapa sawit: fiber pelepeh pisang yang digunakan dalam penelitian ini divariasikan sebesar 90: 2%: 8% (sampel A); 90: 4%: 6% (sampel B); 90: 6%: 4% (sampel C); 90: 8%: 2% (sampel D).

C. Analisis

Analisa yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu :

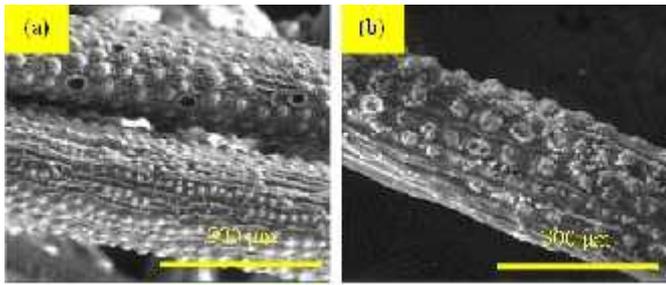
1. *SEM* untuk mengetahui morfologi serat fiber sebelum dan sesudah *surface preparation*
2. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui struktur fungsional dari serat fiber sebelum dan sesudah *surface treatment*
3. Sifat mekanik yang diuji meliputi pengujian sifat tarik (*tensile test*)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

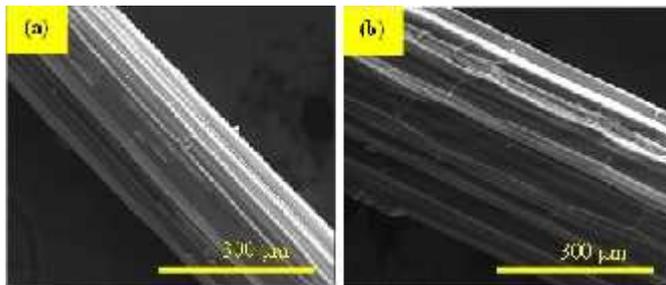
Pengembangan material komposit terutama dari serat kelapa sawit dan kulit pisang masih terkendala dengan rendahnya tingkat adhesi antara matriks dan fiber. Serat alam pada umumnya bersifat hidrofilik. Sifat tersebut menghasilkan ikatan antar muka yang relatif lemah antara matriks polimer yang bersifat hidrofobik dengan serat yang bersifat hidrofilik. Oleh karena itu, perlu dilakukan perlakuan permukaan terhadap material serat alam untuk meningkatkan adhesi antarmuka antara matriks dan fiber.

Pada Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan morfologi permukaan sabut kelapa sawit dan fiber pelepeh pisang dengan dan tanpa proses perlakuan alkali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk kedua jenis fiber cenderung berbentuk silinder memanjang dengan permukaan yang berpori. Proses perlakuan alkali menyebabkan permukaan fiber menjadi lebih halus dibandingkan dengan fiber tanpa perlakuan alkali. Proses tersebut disebabkan hilangnya sebagian komponen lignin serta hemiselulosa serta dapat menyebabkan peningkatan kestabilan ikatan antara matriks dengan fiber. Proses perlakuan alkali menyebabkan peningkatan gugus hidroksil pada permukaan serat untuk membentuk ikatan kimia yang dapat meningkatkan ikatan antarmuka antara polimer dengan fiber [5]. Hasil penelitian Wong dkk. [6] melaporkan bahwa perlakuan alkali dapat memodifikasi bentuk permukaan dan membuat serat menjadi lebih halus dan rata daripada permukaan yang tanpa proses perlakuan alkali. Selain itu, proses perlakuan alkali pada fiber menyebabkan penyusutan serat akibat hilangnya komponen lignin.



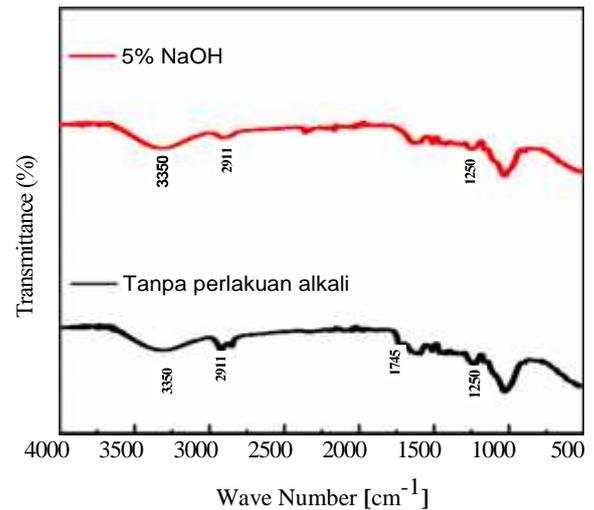


Gambar 2. Morfologi sabut kelapa sawit (a) tanpa perlakuan alkali (b) dengan perlakuan alkali NaOH 5%

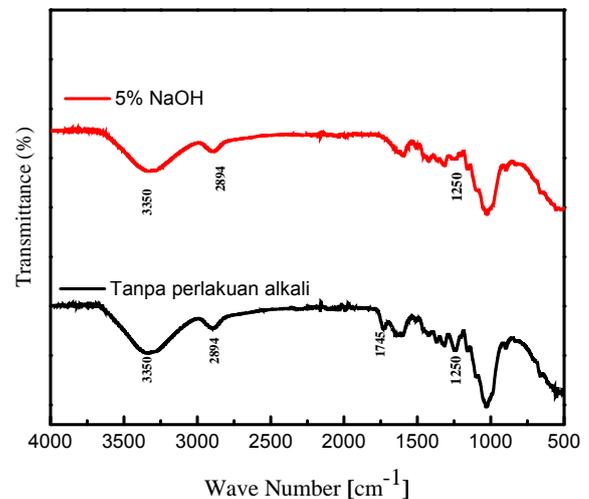


Gambar 3. SEM fiber pelepah pisang (a) tanpa perlakuan alkali (b) dengan perlakuan alkali NaOH 5%

Setelah melakukan uji SEM selanjutnya adalah melakukan analisis FTIR. Hasil FTIR Gambar 4 dan Gambar 5 didapatkan secara umum bentuk spektra dari sabut kelapa sawit dan pelepah pisang memiliki kesamaan. Larutan NaOH berpengaruh pada besarnya lebar dan intensitas dari pita serapan pelepah pisang dan sabut kelapa sawit. Didapatkan nilai peak pada panjang gelombang 3350 cm^{-1} sebagai gugus O-H. Menurut Oushabi (2015), peningkatan konsentrasi NaOH akan menyebabkan lebar dan intensitas serapan O-H menjadi lebih sempit karena semakin tinggi konsentrasi NaOH maka jumlah komponen lignin dan wax yang dihilangkan pada permukaan fiber semakin besar [7]. Pada gambar berikut dapat dilihat bahwa terdeteksi *peak area* 2911 cm^{-1} dan 2894 cm^{-1} tanpa proses treatment NaOH. Pada area 1250 cm^{-1} terdeteksi *peak* yang menunjukkan gugus $-\text{O}-\text{CH}_3$ dari komponen lignin. Puncak tersebut terdeteksi cukup jelas pada fiber tanpa treatment. Proses treatment alkali menyebabkan lignin menjadi hilang sehingga *peak* pada area tersebut menjadi lebih rendah.



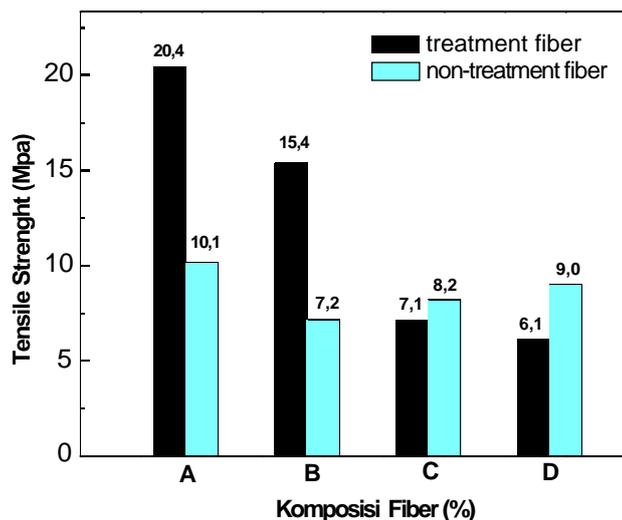
Gambar 4. Spektra FTIR sabut kelapa sawit



Gambar 5. Spektra FTIR sabut pisang

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian nilai tensile pada komposit polimer epoksi menggunakan filler berupa fiber tanpa serta dengan perlakuan alkali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan alkali cukup efektif pada konsentrasi komposit dengan perbandingan massa resin: fiber kelapa sawit: fiber pisang sebesar 90: 2%: 8% (sampel A) dan 90: 4%: 6% (sampel B). Perlakuan alkali tersebut menyebabkan peningkatan nilai kekuatan tarik pada sampel komposit. Pada komposisi yang lainnya terjadi penurunan kekuatan namun perbedaan signifikan antara kekuatan tarik antara komposit fiber tanpa dan dengan perlakuan alkali. Kekuatan maksimum dari komposit diperoleh pada komposit dengan kandungan fiber pisang yang tertinggi yaitu sebesar 8%. Proses perlakuan alkali secara langsung menyebabkan removal lapisan lignin dan hemiselulosa pada komposit sehingga menyebabkan *interfacial bonding* dari polimer dan permukaan fiber meningkat. Hal tersebut menyebabkan peningkatan kekuatan tarik pada komposit [8].





Gambar 6. Tensile Strenght komposit

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh treatment alkali menggunakan larutan NaOH 5% dapat menyebabkan hilangnya komponen lignin dan hemiselulosa pada fiber sabut kelapa sawit dan pelepah pisang. Hasil uji SEM menunjukkan Perbedaan treatment tersebut menghasilkan morfologi permukaan fiber yang lebih halus dan lebih bersih dibandingkan dengan fiber tanpa treatment. Hasil dari pengujian FTIR menunjukkan proses treatment alkali menyebabkan lignin menjadi hilang sehingga peak pada area tersebut menjadi lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa treatment alkali menyebabkan adanya peningkatan nilai kekuatan tarik pada sampel dengan perbandingan massa resin: fiber kelapa sawit: fiber pisang sebesar 90: 2%: 8% (sampel A) dan 90: 4%: 6% (sampel B). Kekuatan maksimum dari komposit diperoleh pada komposit dengan kandungan fiber pisang yang tertinggi yaitu sebesar 8%.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumar, S., Deka, K., Suresh, P., 2016. Mechanical Properties of Coconut Fiber Reinforced Epoxy Polymer Composites, *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3, pp. 1334–1336.
- [2] Alatas, A. , 2015. Trend Produksi dan Ekspor Minyak Sawit (CPO) Indonesia, *Jurnal Agraris*, 1(2), pp. 114–124.
- [3] Novianti, P., Setyowati, W.A.E., 2016. Pemanfaatan Lumbah Kulit Pisang Kulit Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Alami Dengan Metode Pemisahan Alkalisasi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains Universitas Sebelas Maret*, Surakarta: 22 Oktober 2016, pp. 459–466
- [4] Ramachandran, M., Bansal, S., Raichurkar, P. 2016. Experimental Study of Bamboo Using Banana and Linen Fibre Reinforced Polymeric Composites, *Perspectives in Science*, 8, pp.313–316.
- [5] Siddika, S., Mansura, F., Hasan, M., dan Hassan, A. (2014). Effect of reinforcement and chemical treatment of fiber on the properties of jute-coir fiber reinforced hybrid polypropylene composites. *Fibers and Polymers*, 15(5): 1023–1028
- [6] Wong, K.J., Yousif, B.F., dan Low, K.O. (2010). Effects of alkali treatment on the interfacial adhesion of bamboo fibres. *Journal of materials: design and applications*, 224(3): 139–148.
- [7] Oushabi, A., Sair, S., Hassani, F.O., Abboud, Y., Tanane, O., dan El Bouari, A. 2017. The effect of alkali treatment on mechanical, morphological and thermal properties of date palm fibers (DPFs): study of the interface of DPFpolyurethane composite. *South African Journal of Chemical Engineering*, 23: 116–123.
- [8] Setiawan, A., Santoso, E., dan Kusuma, G.E. 2018. Pemanfaatan Limbah Fiber Kelapa Sawit Sebagai Komposit Dengan Matriks Resin Epoksi. *Prosiding Seminar Master 2018 PPNS*, 95–97.

