
MENINGKATKAN KUAT GESER REKATAN ANTARMUKA (IFSS) IJUK-POLIESTER DENGAN PERLAKUAN ALKALI

ALKALINE TREATMENT FOR INTRERFACIAL SHEAR STRENGTH (IFSS) IMPROVEMENT OF SUGAR PALM FIBER-POLYESTER SYSTEM

¹⁾Sudarisman *, ²⁾ Abdul Qudus Hasyim, ¹⁾ Muhammad Budi Nur Rahman

¹⁾Program Studi Teknik Mesin S1

²⁾Alumni, Program Studi Teknik Mesin S1

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Yogyakarta 55183

*Email: sudarisman@umy.ac.id

ABSTRAK

Dalam penelitian ini dikaji pengaruh parameter perlakuan alkali terhadap kuat geser rekatan antarmuka serat ijuk aren-matrik poliester. Serat ijuk diperoleh dari sumber lokal, sedangkan poliester tak jenuh diproduksi oleh PT Justus Kimia Raya. Parameter yang diteliti meliputi kadar alkali larutan (0,0, ~2,5, ~5,0 dan ~7,5 wt%), dan waktu perendaman (0, 2, 4, dan 6 jam). Penelitian dilakukan dengan dua tahap. Pada tahap pertama, digunakan waktu tetap 2 jam, dengan variasi kadar alkali. Selanjutnya dari hasil terbaik pada tahap pertama digunakan kadar alkali yang tetap dengan variasi waktu. Morfologi permukaan serat diamati dari foto SEM-nya. Spesimen berupa serat ijuk yang telah diberikan perlakuan dan ditanam di dalam blok poliester dengan kedalaman yang berbeda-beda, kemudian di bebani secara aksial. Dari serat yang tercabut akan diperoleh kuat geser rekatannya. Luas penampang bundel serat yang digunakan untuk menghitung kuat geser rekatan diperoleh dari pengukuran fotomakronya dengan menggunakan perangkat lunak terbuka, imageJ. Diperoleh bahwa kuat rekatan tertinggi diperoleh kadar alkali larutan 2,5 wt% dengan waktu perendaman 2 jam, yakni sebesar 5,24 MPa untuk serat besar, dan 5,04 MPa untuk serat kecil. Pada kadar alkali yang lebih tinggi atau waktu perendaman yang lebih lama, kuat geser rekatan turun, apalagi pada serat kecil, yang diduga akibat terjadinya pengikisan selulosa pada lapisan terluar akibat naik kadar alkali maupun makin lamanya waktu perendaman.

Kata Kunci: kuat geser antarmuka, matrik poliester, perlakuan alkali, serat ijuk, waktu perendaman.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the effect of alkaline treatment parameters on IFSS of sugar palm fiber-polyester system. Whilst the fiber was obtained from local sources, the polyester was produced by the PT Justus Kimia Raya. The parameters being studied are alkali content of the solution (0.0, ~2.5, ~5.0 dan ~7.5 wt%), and soaking time (0, 2, 4, dan 6 jam). The experiment was carried out in two stages. First, the soaking time was kept constant at 2 hrs, and the alkali content was varied. The alkali content producing the highest IFSS was then used in the second stage where the soaking time was varied. Fiber surface morphology was determine by closely observed the SEM photo micrograph of the the samples. Specimens were treated sugar palm fibers embedded at various depths in two blocks of polyester (one at each end), then axially loaded. The IFSS was obtained from those fibers who were pulled out. Cross-sectional area of the fiber were determine by beasuring their respective SEM photo micrograph of the samples by means of an open source software, the imageJ. It was revealed that the highest IFSS being 5.24 MPa for large fibers, and 5.04 MPa for small fibers was obtained at 2.5 wt% alkali content and 2 hrs soaking time. At higher alkali content and longer soaking time, the IFSS was found being lower that may be caused by deterioration of cellulose microfibril at the outer layer.

Keywords: alkali treatment, IFSS, polyester matrix, soaking time, sugar palm fiber.

PENDAHULUAN

Karena serat sintetis, seperti serat kaca dan serat karbon, memerlukan waktu yang lama untuk terdegradasi secara alamiah, maka produk bekas pakainya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pelestarian lingkungan, maka pemakaian serat alami yang lebih ramah lingkungan makin luas pemakaiannya menggantikan serat sintetis (Malkapuran dan Kumar, 2009), terutama dalam pembuatan panil pintu, papan panil, serta komponen tempat duduk, dan panil interior pada kendaraan. Walaupun serat alami pada umumnya memiliki kekuatan yang lebih rendah dibanding serat sintetis, namun karena massa jenisnya yang rendah maka kekuatan dan kekakuan spesifiknya masih dapat diterima sebagai pengganti serat sintetis. Selain itu, serat alami dapat diperoleh secara lokal serta merupakan penyekat kalor dan bunyi yang baik (Brosius, 2006). Kemampuan transfer beban dari serat ke matrik atau sebaliknya merupakan syarat agar potensi sifat mekanisnya dapat dimanfaatkan secara optimal. Menurut Ishak dkk (2013) kemampuan transfer beban tersebut dapat dioptimalkan dengan modifikasi permukaan serat, antara lain dengan perlakuan secara kimiawi.

Herrera-Franco and Valadez-González (2005) melaporkan bahwa *IFSS* sisal/HDPE meningkat dari 2,5 menjadi 3,5 MPa dengan perlakuan alkali. Kuat tarik dan kuat lentur komposit yang dihasilkan juga meningkat, sementara itu modulus elastisitas dan kuat gesernya relatif tidak mengalami kenaikan. Sementara itu, dengan perendaman dalam larutan asam stearic *IFSS* sistem sisal/polietilen meningkat 23%, dibanding dengan yang tanpa perlakuan (Torres and Cubillas, 2005). Leman dkk (2011) melaporkan bahwa dengan perendaman dalam air tawar, air payau dan air asin diperoleh *IFSS* tertinggi sistem ijuk/polyester dari perendaman dengan air tawar.

Karena sifat mekanis serat alami juga ditentukan oleh kondisi tempat menanamnya

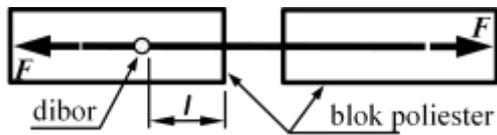
yang menghasilkan serat dengan komposisi kimia yang berbeda (Saxena dkk, 2011), maka untuk serat ijuk lokal yang masih jarang diteliti *IFSS*-nya, perlu juga dilakukan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar NaOH dan waktu perendaman dalam perlakuan terhadap kuat geser rekatan antar muka sistem serat ijuk/poliester.

METODE

Ijuk yang digunakan diperoleh dari pohon aren lokal, yakni dari daerah Samigaluh, Kulonprogo. Sedangkan blok pemegang seratnya dibuat dari poliester tak jenuh BQTN[®] 268 dari PT Justus Kimia Raya.

Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, sebelum masing-masing ujung serat ditanam di dalam satu blok poliester untuk dibuat spesimen uji, serat ijuk diberikan perlakuan dengan merendamnya dalam larutan NaOH dengan konsentrasi yang divariasikan, yakni 0,0, 2,5, 5,0 atau 7,5 wt% selama dua jam. Serat kemudian dinetralisasi dengan merendamnya dalam air tawar selama 8×6 jam. Setiap 6 jam serat tersebut dibilas dan air perendamnya diganti. Setelah direndam yang terakhir, serat ijuk dibilas dengan air mengalir, ditiriskan dan dikeringkan perlahan dengan cara diangin-anginkan agar permukaan seratnya tidak mengalami retak-retak halus akibat pengeringan permukaan yang terlalu cepat sementara bagian dalamnya masih menyimpan kandungan air yang cukup tinggi. Setelah cukup kering serat-serat tersebut dikelompokkan menjadi serat kecil dengan diameter 200 – 350 µm, dan serat besar dengan diameter 450 – 600 µm. Sedangkan serat yang diameternya tidak termasuk dalam kelompok tersebut tidak digunakan.

Spesimen yang siap diuji ditunjukkan pada Gambar 1. Masing-masing blok poliester pada spesimen tersebut dijepit pada rahang jepit mesin uji universal (UTM) dan ditarik sampai ijuhnya tercabut atau putus.



Gambar 1. Spesimen siap diuji

Dari pengujian diharapkan diperoleh serat ijuk yang tercabut dari blok poliesternya, sehingga akan diperoleh kuat geser rekatan antarmuka serat-matrik. Sedangkan bila serat ijuknya putus, maka yang akan diperoleh adalah kuat tarik serat ijuknya. Besar kuat geser rekatan antar muka (*IFSS*) dihitung dengan persamaan (1) berikut.

$$\tau = \frac{F}{k l} \quad (\text{MPa}) \quad (1)$$

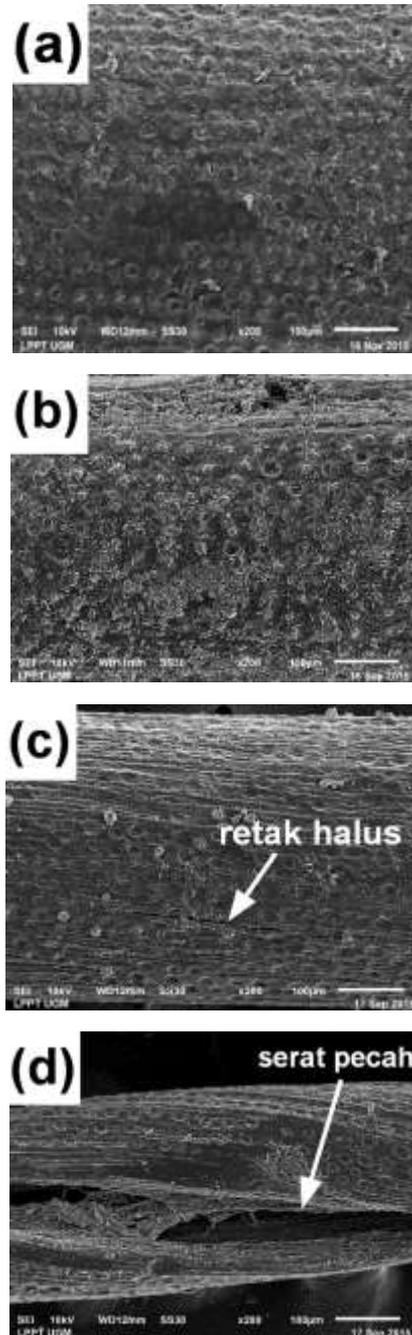
Dengan τ = kuat geser rekatan antarmuka serat-matrik (MPa), F gaya tarik yang bekerja (N), k = keliling *bundel* serat ijuk (mm), dan l = panjang serat ijuk yang tertanam (mm). Keliling *bundel* serat diperoleh dengan mengukur foto makro penampangnya dengan menggunakan perangkat lunak terbuka imageJ (NIH, 2011).

Kandungan NaOH yang menghasilkan kuat geser rekatan tertinggi pada tahap pertama ini selanjutnya digunakan pada tahap kedua dengan memvariasi lama waktu perendaman, yakni 0 (tanpa perlakuan), 2, 4, 6 dan 8 jam. Perlakuan alkali dan pengujian pada tahap kedua ini sama dengan yang dilakukan pada tahap pertama, kecuali parameter perlakuan alkalinya saja yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Permukaan Serat

Morfologi permukaan serat ijuk diamati pada citra Scanning Electron Microscopy sampelnya, baik yang belum mengalami perlakuan (Gambar 2a), dan yang telah diberikan perlakuan pada tahap pertama (Gambar 2(b)-(d)).

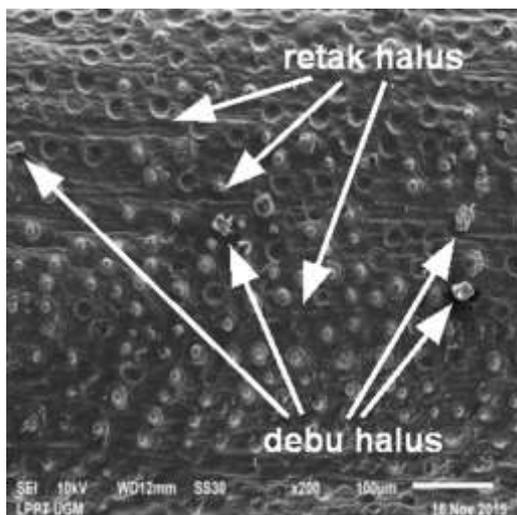


Gambar 2. Morfologi permukaan serat: (a) Tanpa perlakuan, (b) direndam 2 jam dalam air tawar, (c) direndam 2 jam dalam larutan 5 wt% NaOH, (d) direndam 2 jam dalam larutan 7,5% NaOH

Pada Gambar 2(a) terlihat bahwa terdapat debu dan, kemungkinan, lemak yang masih menempel pada permukaan

serat. Dengan perendaman dalam air tawar selama 2 jam (Gambar 2(b)), tekstur permukaan serat terlibat berubah dengan makin banyaknya cekungan-cekungan karena terjadinya pelarutan pengotor yang tadinya masih menempel. Sedangkan pada Gambar 2(c) terlihat fibril mikro selulosanya makin kelihatan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Owolabi dan Megat-Yusoff, 2018) yang menyatakan bahwa dengan meningkatnya kadar NaOH sampai dengan 10 wt% dalam larutan perendam dan waktu sampai dengan 120 menit akan meningkatkan kadar selulosa sampai dengan 73%. Selanjutnya, pada Gambar 2(d) terlihat bahwa dengan meningkatnya kadar NaOH dalam larutan perendam menjadi 7,5 wt% melarutkan lebih banyak lagi lignin dan pektin sehingga menyebabkan keterikatan fibril mikro menjadi terjadi terganggu dan menyebabkan pecahnya *bundel* serat. Diduga dengan makin munculnya selulosa ke permukaan serat akan dapat meningkatkan rekatan antar muka serat-matrik.

Gambar 3 menunjukkan permukaan serat yang direndam selama 6 jam dalam larutan 5 wt% NaOH pada penelitian tahap kedua.



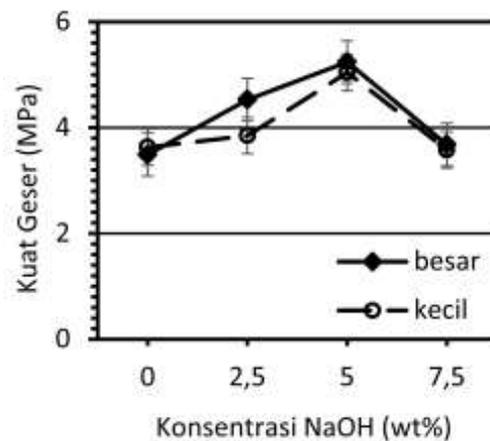
Gambar 3. Serat ijuk direndam 6 jam dalam larutan 5 wt% NaOH

Pada gambar di samping terlihat makin banyak retak-retak halus bila waktu

perendaman ditambah sementara kandungan NaOH tetap 5 wt%. Hal ini diduga karena dengan bertambahnya waktu maka makin banyak lignin dan pektin yang larut sehingga kebersatuan selulosa fibril mikro menjadi menurun.

Pengaruh Kandungan NaOH Terhadap IFSS pada Waktu Tetap 2 jam

Pengaruh kandungan NaOH larutan perendam terhadap kuat geser rekatan antarmuka serat ijuk-matrik poliester ditunjukkan pada Gambar 4.



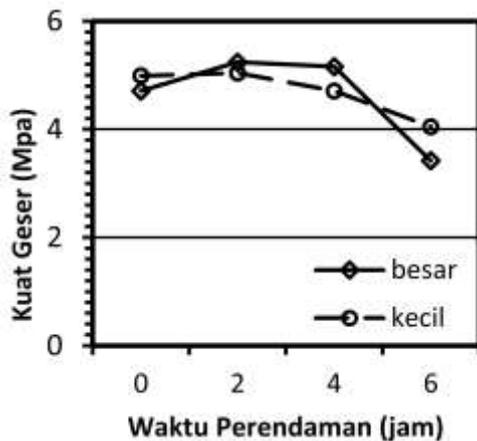
Gambar 4. Pengaruh kandungan NaOH larutan perendam terhadap kuat geser rekatan antarmuka serat ijuk-matrik poliester

Kuat geser rekatan antarmuka ijuk-poliester meingkat seiring dengan meningkatnya kandungan NaOH sampai dengan 5 wt% dalam larutan, kemudian turun pada kandungan NaOH yang lebih tinggi. Hal ini hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Oushabi dkk (2017) kuat geser rekatan antar muka serat pelepah kurma-poliuretan. Kuat geser rekatan dan energi pencabutan tertinggi diperoleh pada kadar NaOH larutan perendam 5 wt% dengan lama perendaman satu jam. Pada Gambar 4 juga terlihat bahwa serat kecil menghasilkan kuat geser rekatan yang sedikit lebih rendah dari pada yang diperoleh dari serat berukuran lebih besar.

Pada tahap pertama ini diperoleh kuat geser antarmuka serat ijuk-poliester pada waktu perendaman tetap, 2 jam, tertinggi pada kandungan NaOH larutan perendam 5 wt%, yakni sebesar 5,24 MPa untuk serat berdiameter besar, sebesar 5,04 MPa untuk serat berdiameter kecil.

Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap IFSS pada Kandungan NaOH Tetap 5 wt%

Pengaruh waktu perendaman terhadap kuat geser rekatan antarmuka serat ijuk-matrik poliester disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh kandungan NaOH larutan perendam terhadap kuat geser rekatan antarmuka serat ijuk-matrik poliester

Pada nilai tertingginya, sebagaimana pada Gambar 4, Gambar 5 menunjukkan bahwa serat berdiameter besar menghasilkan kuat geser rekatan antarmuka yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh serat berdiameter kecil. Nilai tertinggi tepat pada parameter perlakuan alkali 5 wt% kandungan NaOH pada larutan perendam dengan waktu perendaman 2 jam.

KESIMPULAN

Dari analisis dalam pembahasan dapat disimpulkan bahwa kuat geser rekatan antarmuka tertinggi diperoleh pada kandungan NaOH pada larutan perendam sebesar 5 wt% dengan waktu perendaman 2 jam. Selain itu, serat berdiameter besar

menunjukkan kuat geser rekatan antarmuka yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan yang diperoleh dari serat berdiameter kecil. Untuk serat berdiameter besar dan kecil diperoleh berturut-turut sebesar 5,24 MPa dan 5,04 MPa. Pada kandungan NaOH yang lebih dan atau perendaman yang lebih lama kuat geser menurun kemungkinan akibat adanya pelarutan lemak dan lignin yang berlebihan sehingga menimbulkan retak-retak halus pada permukaan serat dan terurainya fibril mikro selulosa serat ijuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Brosius, D. (2006). Natural fiber composites slowly take root. *Composites Technology*, Februari.
- Herrera-Franco, P.J., Valadez-González, A. (2005). A study of the mechanical properties of short natural-fiber reinforced composites. *Composites: Part B*. 36(8), 597–608.
- Malkapuram, R., & Kumar, V. (2009). Recent Development in Natural Fiber Reinforced Composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 28(10), 1169-1189.
- Ishak, M.R., Sapuan, S.M., Leman, Z., Rahman, M.Z.A., Anwar, U.M.K., & Siregar, J.P. (2013). Sugar palm (*Arenga pinnata*): Its fibres, polymers and composites. *Carbohydrate Polymers*. 91(2), 699-710.
- Leman, Z., Sapuan, S. M., & Suppiah, S. (2011). Sugar palm fibre-reinforced unsaturated polyester composite interface characterisation by pull-out test. *Key Engineering Materials*, 471–472, 1034–1039.
- NIH. (2011). ImageJ: image processing and analysis in Java. *National Institute of Health*, Maryland, USA. Diunduh tanggal 8 Januari 2015, dari <http://imagej.nih.gov/ij/>.
- Oushabi, A., Sair, S., Oudrhiri-Hassani F., Abboud, Y., Tanane, O., & 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 DPFe Polyurethane composite. *South African Journal of Chemical Engineering*, 23, 116-123.
- Owolabi, A.-Y. P. (2018). Characterization and Analysis of Extraction Process-parameter of *Pandanus tectorius* (Screw-pine) Natural Fiber for Polymer Composites. *Journal of Material Sciences & Engineering*, 7(1), 1-8.
- Saxena, M., Pappu, A., Sharma, A., Haque R., and Wankhede, S. (2011). Composite Materials from Natural Resources: Recent Trends and Future Potentials. Tesinove, P. (Ed.): *Advances in Composite Materials - Analysis of Natural and Man-Made Materials*. Rijeka, Croatia: *InTech Europe*, pp. 121-162.
- Torres, F.G., & Cubillas, M.L. (2005). Study of the interfacial properties of natural fibre reinforced polyethylene. *Polymer Testing* 24(6), 694–698.