

Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Anyaman Batang Pisang

Kristomus Boimau^{1*}, Jermias M. Pell², Jefri S. Bale³, Paulus Woru⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
E-mail: * kristomus.boimau@staf.undana.ac.id

Abstrak – Penggunaan dan pemanfaatan komposit terus berkembang dan semakin diminati oleh industri kecil maupun industri besar. Pengembangan material komposit berbasis serat alam telah diteliti dan dikembangkan sebagai salah satu alternative pengganti komposit berpenguat serat sintesis yang mana limbahnya mencemari lingkungan. Pisang merupakan salah satu tanaman yang kaya akan kandungan serat namun belum dimanfaatkan secara optimal sebagai penguat material komposit polimer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perlakuan alkali 5% pada serat batang pisang terhadap kekuatan tarik komposit polyester dengan penguatan serat anyaman. Specimen uji tarik dibuat sesuai standar ASTM 0638-2 dengan fraksi volume serat sebesar 10%, 15% dan 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat seiring dengan meningkatnya fraksi volume serat. Tegangan tarik terbesar diperoleh pada fraksi volume 20% dengan nilai 24,6 MPa dan regangannya sebesar 0,006 serta modulus elastisitas sebesar 2,67 GPa. Sedangkan nilai terendah diperoleh pada fraksi volume 10% dengan nilai 10,28 MPa dan regangannya sebesar 0,008 serta modulus elastisitas sebesar 1,3 GPa

Kata Kunci — Alkali, Fraksi Volume, Komposit, Serat Pisang, Kekuatan Tarik

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memunculkan penemuan-penemuan baru di berbagai bidang, terutama bidang material komposit polymer yang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Terobosan-terobosan baru senantiasa dilakukan dalam rangka mencapai suatu hasil karya teknologi yang dapat bermanfaat bagi umat manusia. Komposit merupakan salah satu jenis material yang dibuat dengan menggabungkan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula. Komposit dengan penguatan serat alam (*natural fiber*) terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti serat sintesis.

Penggunaan komposit diberbagai bidang tidak terlepas dari sifat-sifat unggul yang dimiliki komposit yaitu ringan, kuat, kaku, serta tahan terhadap korosi dan beban lelah. Penelitian yang mengarah pada pengembangan bahan komposit telah banyak dilakukan, terutama komposit polymer dengan penguatan serat alam. Perkembangan ini dipicu oleh efek negatif serat sintesis yang limbahnya mencemari lingkungan. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah jumlahnya berlimpah, memiliki *specific cost* yang rendah, dapat diperbaharui, dapat didaur ulang, serta tidak mencemari lingkungan. Selain keunggulan tersebut, serat alam juga memiliki kekurangan, yaitu mudah menyerap air (*hydrophilic*) sedangkan polymer bersifat *hydrophobic*, sehingga menghasilkan ikatan interfacial yang buruk [1]. Oleh karena itu dalam penelitian ini sebelum serat digunakan sebagai bahan penguat, maka serat batang pisang terlebih dahulu

diberi perlakuan alkali 5% dengan tujuan untuk menghilangkan getah, lignin dan kotoran pada serat agar dapat meningkatkan kekuatan ikat serat pada resin.

1.2. Penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu terkait perlakuan alkali pada serat telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Gassan dan Bledzki [2] yang melakukan perlakuan alkali pada *jute yarns* dalam larutan NaOH 25% selama 20 menit. Hasilnya menunjukkan peningkatan kekuatan tarik sebesar 120% dan modulus 150%. Sedangkan Ray, dkk [3] meneliti perlakuan alkali pada serat *jute* dengan konsentrasi larutan NaOH 5% selama 0, 2, 4, 6, dan 8 jam; diperoleh kekuatan maksimum komposit *jute-vinylester* melalui perlakuan selama 4 jam dengan 5% NaOH pada 30 °C.

Perlakuan alkali pada serat jute pun dilakukan oleh Eichorn, dkk [4]. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan alkali dengan konsentrasi larutan 8% NaOH pada serat *jute* dapat pula mengubah topografi permukaan serat dan struktur kristalnya. Perlakuan alkali juga menunjukkan peningkatan kekuatan tarik pada komposit *sisal-poliester* sebesar 20% [5]. Jamasri dkk [6] menggunakan serat sawit yang terlebih dahulu diberi perlakuan alkali sebagai penguat matrik poliester. Hasilnya menunjukkan bahwa serat yang mendapat perlakuan alkali selama 2 jam memiliki ikatan *interfacial* serat matrik yang kuat sehingga kekuatan tarik dan modulus elastisitas pun lebih tinggi jika dibandingkan dengan serat yang tanpa perlakuan alkali. Hasil penelitian ini dipertegas lagi oleh Boimau dkk [7] yang menyatakan bahwa pengaruh perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik serat alam rami dapat membersihkan permukaan serat dari kotoran dan getah

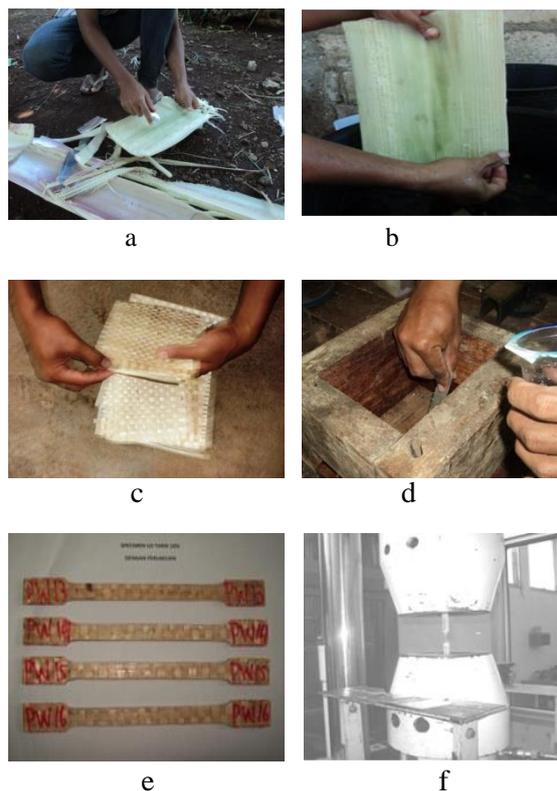
yang menempel, serta memisahkan filament-filament serat sehingga diameternya menjadi kecil. Disamping itu permukaan serat menjadi kasar dan kristalisasi serat meningkat, namun perlakuan NaOH tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik *single fiber*. Kekuatan tarik rata-rata yang paling baik diperoleh dari perlakuan NaOH 5% dengan waktu perendaman 4 jam. Selanjutnya Boimau dan Rochardjo [8] melakukan kajian perlakuan alkali pada serat rami terhadap kekuatan geser interfacial serat dengan resin epoxy. Hasilnya menunjukkan bahwa ikatan interfacial serat yang mendapat perlakuan alkali lebih tinggi dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan alkali.

Selanjutnya Penggunaan alkali sebagai media untuk membersihkan serat buah lontar dari kotoran dan lignin pernah diteliti oleh Boimau [9]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat buah lontar yang diberi perlakuan alkali 5% selama 4 jam memiliki kekuatan tarik tertinggi yakni sebesar 365 MPa. Dari hasil foto SEM terlihat pula bahwa permukaan serat dengan perlakuan alkali lebih bersih dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan.

Nesimnasi, dkk [10], melakukan penelitian perlakuan alkali pada serat agave cantula dengan konsentrasi alkali sebesar 2% dan 5% selama 2, 4, dan 6 jam. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan alkali 5% menyebabkan kekuatan tarik komposit cenderung menurun dengan bertambahnya lama waktu perendaman. Sebaliknya pada perlakuan alkali 2%, kekuatan tarik komposit cenderung meningkat dengan naiknya waktu perendaman.

2. METODE PENELITIAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah, Resin Polyester (matrik), serat batang pisang, Alkali, Cetakan Komposit. Serat yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Batang Pisang Goreng, diserut menggunakan pisau kemudian kulit batang pisang yang telah menjadi lembaran serat dicuci dengan air dan dikeringkan. Setelah itu lembaran serat pisang tersebut dipotong dengan ukuran lebar sebesar 0,5 cm dan dianyam. Selanjutnya sebagian hasil anyaman tersebut diberi perlakuan alkali dengan cara direndam dalam larutan alkali 5% selama 3 jam, sedangkan sebagian serat tidak diberi perlakuan alkali. Setelah direndam selama 3 jam, kemudian serat dicuci dengan air sampai pH nya normal sehingga tidak ada lagi alkali yang tersisa pada serat dan dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu kamar. Langkah selanjutnya adalah pembuatan material komposit dengan metode *hand lay up*. Perbandingan jumlah serat-matrik yang dipakai dalam proses pembuatan material komposit ini adalah menggunakan *rule of mixture* fraksi volume, dimana fraksi volume serat (v_f) yang digunakan adalah 10%, 15% dan 20%.

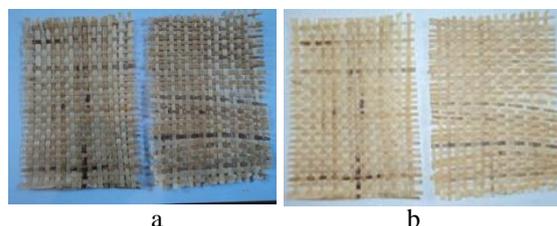


Gambar 1. a). Persiapan (Serut) Batang Pisang, b). Lembaran Serat, c). Serat yang telah dianyam, d). cetakan dari kayu, e). Spesimen Uji, f). Spesimen diuji dengan alat UTM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perlakuan Alkali

Serat yang diberi perlakuan alkali selama 3 jam tampak lebih bersih dari serat yang tidak diberi perlakuan alkali. Hal disebabkan karena lignin, getah dan kotoran yang menempel pada serat telah terlepas dari permukaan serat. Dari sisi warna, serat yang pada awalnya berwarna coklat gelap berubah menjadi lebih terang, seperti tampak pada gambar berikut

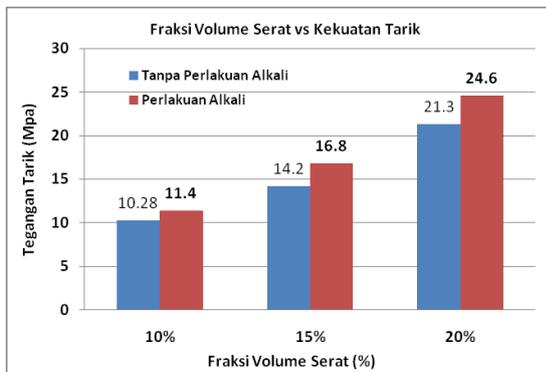


Gambar 2. a). Serat Tanpa Perlakuan, b). Perlakuan Alkali

3.2. Kekuatan Tarik

Spesimen uji yang telah dibentuk, diuji tarik dengan menggunakan alat uji tarik (UTM). Jumlah specimen yang diuji adalah 30 buah, dengan rincian 15 specimen untuk komposit

dengan serat yang tidak diberi perlakuan alkali (*untreatment*) dan 15 spesimen untuk serat yang diberi perlakuan alkali (*treatment*). Data hasil pengujian tarik kemudian dihitung dan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti tampak pada gambar 3 di bawah ini.

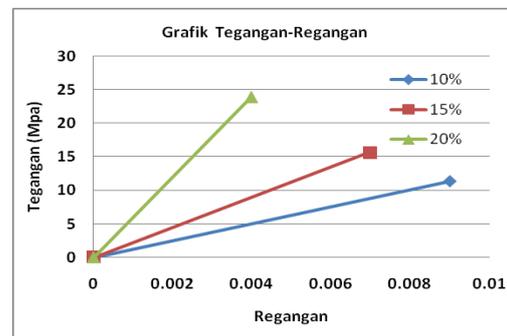


Gambar 3. Kekuatan Tarik Komposit

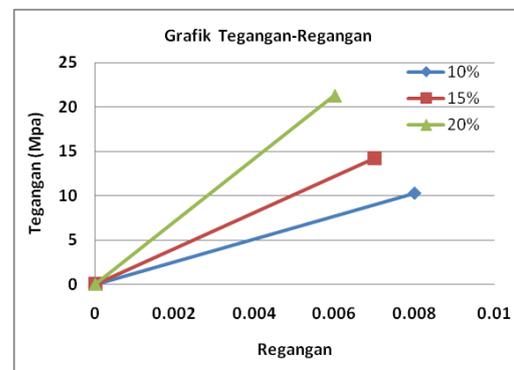
Dari grafik di atas, tampak bahwa komposit yang diperkuat oleh serat yang diberi perlakuan alkali memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang diperkuat oleh serat yang tidak diberi perlakuan alkali. Hal ini disebabkan karena serat yang diberi perlakuan alkali memiliki permukaan yang bersih dan kasar sehingga ikatan *interfacial* antara serat dan matrik lebih kuat dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan. Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik cenderung meningkat seiring dengan naiknya fraksi volume serat. Hal ini tampak dari gambar di atas, dimana nilai kekuatan tarik pada komposit yang diperkuat oleh serat yang diberi perlakuan alkali (*treatment*) lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang diperkuat oleh serat *untreated*. Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada fraksi volume serat 20% yakni sebesar 24,6 MPa dan terendah pada fraksi volume 10% sebesar 11,4 MPa.

Meningkatnya kekuatan tarik komposit tersebut dikarenakan adanya penambahan volume serat pada fraksi volume yang besar. Secara teoritis yang paling besar menerima tegangan pada material komposit, adalah serat sebagai penguatnya. Hal ini yang menyebabkan mengapa pada fraksi volume serat 10% diperoleh kekuatan tarik paling rendah karena memiliki jumlah serat yang sedikit, bila dibandingkan dengan volume matriksnya sebesar 90% yang mengisi total volume komposit. Demikian halnya pada fraksi volume serat 20%, jumlah volume matriksnya sebesar 80% dari total volume komposit. Ketika material komposit tersebut diberi pembebanan tarik, maka tegangan akan terdistribusi secara merata ke seluruh serat sebelum terjadi patahan. Dengan demikian maka specimen uji yang memiliki volume serat lebih besar akan menerima beban lebih kecil sehingga kekuatannya lebih tinggi dibandingkan dengan specimen uji yang memiliki volume serat lebih sedikit akan menerima beban yang lebih besar. Selain kekuatan tarik komposit yang dihasilkan, terdapat pula nilai regangan dari komposit

dengan penguatan serat yang diberi perlakuan alkali (Gambar 4) dan komposit dengan penguatan serat *untreated* (gambar 5) seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Hubungan Tegangan Regangan (serat yang ditreatment)

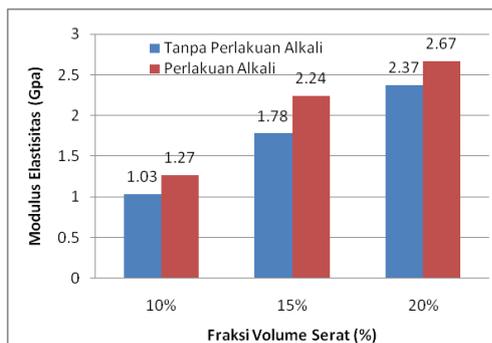


Gambar 5. Grafik Hubungan Tegangan Regangan (Serat Untreated)

Dari gambar di atas, tampak bahwa semakin kecil regangan, maka nilai tegangan tariknya semakin tinggi. Demikian pula semakin besar nilai regangan maka tegangan tariknya semakin rendah. Gambar 4 juga memperlihatkan bahwa komposit dengan fraksi volume serat 20% memiliki regangan yang lebih kecil dibandingkan komposit dengan fraksi volume serat 10%.

3.3. Modulus Elastisitas

Data hasil olahan juga menunjukkan bahwa nilai Modulus Elastisitas komposit serat batang pisang yang tertinggi diperoleh pada komposit dengan fraksi volume 20% dan terendah pada fraksi volume serat 10%. Hal ini disebabkan karena nilai modulus elastisitasnya berbanding lurus dengan tegangan tarik sehingga nilai tegangan tarik memberikan dampak yang signifikan terhadap modulus elastisitas.



Gambar 6. Modulus Elastisitas

4. SIMPULAN

Dari uraian yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan:

1. Perlakuan alkali meningkatkan ikatan interfacial serat-matrik sehingga kekuatan tarik komposit juga meningkat.
2. Komposit dengan fraksi volume serat 20% memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi volume serat 10% dan 15%

5. SARAN

Penelitian ini dapat dilakukan dengan menaikan fraksi volume serat, variasikan konsentrasi alkali, waktu perlakuan dan juga menggunakan batang pisang yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.P. Siregar, S. M. Sapuan, M.Z.A. Rahman and H.M.D.K. Zaman, 2009. *The Effect of Compatibilising Agent and Surface Modification on the Physical Properties of Short Pineapple Leaf Fibre (PALF) Reinforced High Impact Polystyrene (HIPS) Composites*. *Polymers and Polymer Composites*, Volume 17, No. 6
- [2] Gassan, J., Chate, A., and Bledzki, A. K., 2001. *Calculation of Elastic Properties of Natural Fibers*. *Journal of Materials Science*, No. 36, pp 3715-3720
- [3] Ray, D., Sarkar, B. K., Rana, A. K., and Bose, N. R., 2001. *Effect of Alkali Jute Fibres on Composite Properties*, *Bulletin Mater. Sci.*, Vol. 24, No. 2, pp.129-135
- [4] Eichorn, S.J., Zafeiropoulos, C.A.B.N., Ansel, L.Y.M.M.P., Entwistle, K.M., Escamilla, P.J.H.F.G.C., Groom, L., Hill, M.H.C., Rials, T.G. and Wild, P.M., 2001. *Review Current International Research into Cellulosic Fibers and Composites*. *Journal of Materials Science*, vol. 36, pp. 2107-2131
- [5] Mishra, S., Misra, M., Tripathy, S.S., Nayak, S.K. and Mohanty, A.K., 2002. *The Influence of Chemical Surface Treatment Modification on the Performance of Sisal-Polyester Biocomposites*. *Polymer Composites*, vol.23, no.2, pp. 164-170
- [6] Jamasri, Diharjo, K., dan Handiko, G. W., 2005. *Studi Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik*

komposit Limbah Serat Sawit-Poliester. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV, Universitas Udayana Bali

- [7] Boimau, K., Marsyahyo, E., dan Rochardjo, H. S. B., 2005. *Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Serat Alam Rami*. Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Mei, hal. BT6-BT11
- [8] Boimau, K., dan Rochardjo, H. S. B., 2006. *Pengaruh Kadar Air Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Geser Interfacial Serat Rami Yang Diberi Perlakuan Alkali*. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) V, Universitas Indonesia
- [9] Kristomus Boimau, 2009. *Karakterisasi Sifat Tarik dan Topografi Permukaan Serat Buah Lontar Yang Diberi Perlakuan Alkali*. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII, Universitas Diponegoro Semarang.
- [10] J. Nesimnasi, Kristomus Boimau, Yeremias Pell, 2015. *Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester*. *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, Volume 02, Nomor 01.