

STUDI PENGARUH PERLAKUAN ALKALI DAN PANAS TERHADAP SIFAT MEKANIK SERAT KENAF UNTUK BAHAN KOMPOSIT

Oleh:
Rachmat,
Salim

Abstract

This purpose of the research is to find out the influence of the alkali treatment, the heating and the combinations toward the tensile strength on the kenaf single fiber. The alkali treatment was done by soaking the fibers in the mixture of 99% content of alkali (NaOH) by weight of 60 g and aqua in every litre measured for 3 hours. The heating in this research used temperature of 140 °C for 10 hours while the combination of the two was conducted by soaking the fibers in the mixture of 99% content of alkali (NaOH) by weight of 60 g and aqua in every litre measured for 3 hours, then after the fibers were dry, they were heated at the temperature of 140 °C for 10 hours.

The tensile test for single fibre in this research was done by using the standard of ASTM C 1557. The finding of the research showed that the highest tensile strength, was on the combination treatment of 60 g alkali for 3 hours and heat treatment at the temperature of 140 °C for 10 hours in the amount of 23.49 MPa, for alkali treated in the amount 22,35 MPa, and heat treatment in the amount 21,25 MPa. The lowest one was obtained when there was no treatment in the amount of 19.49 MPa.

Key words: kenaf fiber, alkali, heating, alkali-heating combination, tensile strength.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan alkali, pemanasan, dan kombinasinya terhadap kekuatan tarik serat tunggal kenaf. Perlakuan alkali adalah perendaman serat pada campuran alkali (NaOH) berkadar 99% seberat 60 g dengan aqua pada setiap liter takaran selama 3 jam. Pemanasan pada penelitian ini menggunakan suhu 140° C selama 10 jam, sedangkan kombinasi dari keduanya adalah dengan melakukan perlakuan alkali dengan cara perendaman serat pada campuran alkali (NaOH) berkadar 99% seberat 60 g dengan aqua pada setiap liter takaran selama 3 jam, kemudian setelah kering dipanaskan pada suhu 140° C selama 10 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik paling tinggi terdapat pada perlakuan alkali dikombinasikan dengan perlakuan panas sebesar 23,49 MPa, disuse perlakuan alkali sebesar 22,35 MPa, kemudian perlakuan pemanasan sebesar 21,25 MPa, serta yang paling rendah tanpa perlakuan sebesar 19,49 MPa.

Kata kunci : seratkenaf, alkali, pemanasan, kombinasi alkali-panasdankuattarik.

Pendahuluan.

Pemanfaatan serat alam telah banyak digunakan untuk industri transportasi, kedokteran dan lain-lain. Serat alam sebagai pengganti serat sintetis akan memberikan efek positif bagi lingkungan. Industri-industri otomotif, perkapalan dan penerbangan saat ini memerlukan bahan serat yang lebih besar. Eropa dan Jepang. telah menggunakan serat alam sebagai bahan baku industri otomotif.

Komposit yang diperkuat serat terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif baru yang dapat menggantikan logam. Pada dasawarsa terakhir kecenderungan perkembangan material komposit bergeser pada penggunaan serat alam (*back to nature*), sebagai pengganti serat sintetis. Disamping itu penggunaan serat alam dari tanaman berumur pendek seperti kenaf dan rami dapat mengurangi penggunaan kayu (*hardwood*), sehingga dapat mengurangi laju kerusakan hutan. Berkaitan dengan itu, banyak dilakukan pengembangan pemakaian komposit serat alam *non - hardwood* untuk berbagai aplikasi.

Penggunaan serat alam juga dipicu oleh adanya regulasi tentang persyaratan habis pakai (*end of life*) produk komponen otomotif bagi negara - negara maju utamanya Uni Eropa dan sebagian Asia khususnya Jepang yang menargetkan 95% material pada industri otomotif nya pada tahun 2015 dapat didaur ulang.

Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah jumlahnya berlimpah, massa jenis yang rendah, memiliki harga yang murah, dapat diperbaharui dan didaur ulang, mudah didapatkan, memiliki sifat akustik yang baik serta ramah lingkungan.

Hasil yang diharapkan ialah didapatkan komposit dengan penguat serat kenaf (*Hibiscus cannabinus*) yang mempunyai sifat mekanik yang baik. Untuk memperoleh sifat tersebut, maka

diberikan perlakuan alkali (NaOH), pemanasan dan kombinasi alkali dan pemanasan.

Rumusan Masalah :

Apakah dengan perlakuan alkali (NaOH), pemanasan dan perlakuan alkali-pemanasan mampu meningkatkan sifat mekanik kekuatan serat tunggal kenaf sebagai bahan komposit?

Tujuan penelitian

Untuk mengetahui sifat mekanik kekuatan serat tunggal kenaf sebagai bahan pembuatan bio komposit dengan perlakuan direndam selama 3 jam dengan alkali (NaOH) kadar 99% seberat 60 g untuk setiap liter aqua , serat dipanaskan dalam oven sebesar 140 °C selama 10 jam serta serat direndam selama 3 jam dengan alkali (NaOH) kadar 99% seberat 60 g untuk setiap liter aqua dan setelah kering dimasukkan ke oven selama 10 jam dengan suhu 140 °C.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan sumbangan yang positif bagi pengembangan ilmu dan teknologi dalam bidang material baru berbahan baku serat alam, dan hasil penelitian ini menjadi acuan bagi peneliti lain dalam bidang yang sama.

Tinjauan Pustaka

Perubahan dan perkembangan teknologi dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang disebabkan banyaknya material yang tidak dapat dihancurkan oleh alam, pada akhirnya dapat mengganggu kehidupan manusia. Kerusakan lingkungan tersebut dapat dikurangi dengan penggunaan bahan serat alam.

Serat tumbuhan bisa disebut sebagai serat *lignosellulose*, karena bahan penyusun utamanya terdiri dari *selulose* dan *lignin*. Selain *selulose* dan *lignin* unsur lain dari serat adalah *hemiselulose*, abu, pentosan, *silica* dan unsur-unsur tambahan lainnya (Mubarak, 2004). Pada serat tumbuhan dapat dibedakan berdasarkan asal serat tersebut, yaitu serat daun, serat batang, serat inti batang, serat

serabut, dan serat lain (Azwa, dkk., 2013). Struktur serat alam mempunyai dimensi, komposisi maupun sifat mekanik yang berbeda-beda yang dipengaruhi oleh jenis tanaman, usia tanaman, kondisi lingkungan, dan letak serat tersebut. Namun secara umum struktur sel serat tumbuhan hampir sama atau mirip.

Selulosa adalah komponen dasar pembentuk struktur serat tumbuhan. Molekul *selulosa* tersusun dari *glukosa* yang terhubung membentuk rantai yang panjang berhubungan satu sama lain dan membentuk sebuah ikatan yang disebut *mikrofibril*. Bentuk dan bangunan sel tumbuhan sangat ditentukan oleh komposisi dari rangkaian *selulosa* ini.

Komposit

Komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung (Jones, 1975). Komposit secara sederhana berarti gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih pada skala *makroskopis* untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat.

Komposit dan *alloy* memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu apabila komposit digabung secara makroskopis sehingga masih kelihatan serat maupun matriknya (komposit serat) sedangkan pada *alloy* paduan digabung secara *mikroskopis* sehingga tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya. Material penyusun komposit tersebut mempunyai sifat-sifat yang berbeda dan ketika sudah digabungkan maka akan mempunyai sifat baru yang berbeda dengan sifat penyusunnya.

Serat alam kenaf (*hibiscus cannabinus*)

Tumbuhan kenaf (*hibiscus cannabinus*), termasuk tanaman pendek yang berasal dari Afrika, tumbuhan ini banyak tumbuh liar

di daerah tropis. Tanaman kenaf pada waktu dulu hanya merupakan tanaman sebagai sayuran dan pakan ternak (Wicaksono A., dkk., 2006). Berkembangnya teknologi dan orientasi ke arah penggunaan serat alam yang ramah lingkungan maka serat kenaf menjadi salah satu pilihan. Tanaman kenaf mempunyai diversifikasi untuk bahan baku berbagai industri. Selain industri pulp dan pembungkus hasil pertanian, serat kenaf pada saat ini banyak dikembangkan oleh banyak negara terutama negara-negara maju sebagai bahan pembuat material transportasi.

Kualitas kenaf lebih baik dibandingkan dengan kualitas *jute*, *flax*, dan bambu. Liu (2007) menyebutkan batang kenaf terdiri atas serat bagian luar yang terdapat pada kulit sebesar 35% berat kering tangkai dan serat bagian dalam yang terdapat pada *core* sebesar 65% berat kering tangkai.

Serat kenaf sebelum digunakan sebagai penguat, diperlukan perlakuan awal (*pretreatment*) agar menghasilkan sifat mekanis dan kekuatan rekat menjadi lebih baik. Metode yang sering digunakan untuk meningkatkan daerah *interface* antara serat dengan matrik yakni menggunakan larutan alkali, *mild steam*, *chitosan*, dan pelarut kimia lainnya. Perlakuan alkali dan panas secara efektif menghilangkan *lignin*, *wax*, dan kotoran lainnya. Untuk mengetahui kekuatan mekanik serat dilakukan dengan pengujian tarik serat tunggal sesuai dengan ASTM C1557 (Pareira F., dkk., 2010).

Sifat *lignin* memberikan efek kurang baik, sedangkan sifat selulosa memberikan pengaruh positif. Perlakuan khusus pada serat akan menghilangkan *lignin* dan mempertahankan kandungan selulosa. Perlakuan alkali dengan merendam serat pada larutan NaOH merupakan cara yang paling banyak dilakukan untuk memperbaiki karakteristik serat.

Edeerozey, M., dkk., (2007) menyatakan bahwa perlakuan alkali yang tepat untuk serat kenaf adalah merendam dalam larutan 6%

NaOH selama 3 jam. Pendapat yang hampir sama dinyatakan oleh Reid, R.G., dkk., (2011), bahwa perlakuan alkali maksimum 5%-6% untuk mendapatkan kuat tarik, modulus tarik, dan *flexural strength* maksimal. Larutan NaOH mampu mendegradasi lignin karena NaOH dapat memecah ikatan *intermolecular* pada serat dan menurunkan sifat *hidrofilik* serat.

Perlakuan serat yang lain adalah perlakuan panas. Pemanasan serat pada suhu sekitar 100 °C memberikan efek penurunan kadar air dalam serat. Chand dan Fahim (2008), menerangkan bahwa serat dipanaskan sampai dengan suhu sekitar 100 °C dapat menurunkan massa serat karena kelembaban serat berkurang disebabkan kadar air yang turun. Rong, M.Z., dkk., (2001), meneliti serat dengan perlakuan panas pada suhu 150 °C selama 4 jam, karena panas dapat meningkatkan kadar *kristalin* dari *selulosa*. Peningkatan yang didapat dari 62,8% menjadi 66,2% atau sekitar 5,13%. Cao, Y., dkk., (2007), melakukan penelitian pada serat *kenaf* dengan perlakuan pemanasan dalam *vacuum*, harga yang didapatkan kadar *kristalin* terbesar pada suhu 140 °C selama 10 jam. Penelitian yang dilakukan oleh Umar, K., (2011), mengatakan bahwa perlakuan pada serat alam selain dapat membersihkan *lignin*, *wax*, minyak dan kotoran lain pada permukaan luar sel dinding juga dapat mengakibatkan *depolymerizes selulosa* dan membuka *crystalin*. Serat selulosa didominasi kristal tingkat tinggi dan berbentuk *amorphus*. Kadar kristal tergantung pada keaslian dari material (sel). Perlakuan alkali dan panas dapat mempengaruhi degenerasi kristal pada selulosa (Kalia, S., dkk., 2011).

Kekuatan tarik serat tunggal

Kekuatan tarik suatu material dapat diperoleh melalui pengujian tarik. Tegangan teknik (*engineering stress*) yang terjadi pada spesimen dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan σ adalah tegangan (N/mm^2), P adalah beban (N) dan A_0 adalah luas penampang awal (mm^2). Tegangan luluh (*yield*) pada material getas ditentukan dengan membuat garis sejajar kurva elastis dari titik regangan 0,2% hingga memotong grafik.

Nilai regangan dihitung dengan persamaan berikut : $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$
..... (2.5)

Dengan ε adalah regangan (%), ΔL adalah perubahan panjang (mm) dan L_0 adalah panjang awal spesimen (mm). Jika diasumsikan bahwa antar-muka matrik-penguat mempunyai ikatan yang kuat sehingga deformasi keduanya sama (kondisi *isostrain*), maka nilai tegangan komposit didapat dengan persamaan berikut :

$$\sigma_c = \sigma_m v_m + \sigma_p v_p \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan σ adalah tegangan, v adalah fraksi volume, *subscript c, m dan p* masing-masing menunjukkan komposit, matrik dan penguat.

METODE PENELITIAN

Bahan dan alat dalam penelitian

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah:

Lembar serat kenaf (mat) yang diambil sejumlah serat(secukupnya) untuk dilakukan perlakuan alkali dan pemanasan, NaOH dengan kadar 99%, Thermokopel, Stop Watch, Oven dan alat pendukung lain.

Pembuatan uji serat tunggal

1. Serat dengan perlakuan *alkali*, terlebih dahulu direndam dalam larutan NaOH 6% selama 3 jam dalam suatu wadah. Setelah cukup waktu, serat dibersihkan dengan air sampai menunjukkan PH 7 atau air netral. Dilanjutkan pemanasan dengan suhu 60 °C selama 8 jam di dalam oven. Tujuan pemanasan adalah menurunkan kadar air dalam serat
2. Untuk perlakuan panas, serat dimasukkan dalam oven dengan suhu 140 °C selama 10 jam.

3. Pada perlakuan *alkali-heat*, proses seperti di atas (perlakuan *alkali*), dilanjutkan dengan memasukkan serat dalam oven pada suhu 140 °C selama 10 jam.
4. Pembuatan *spesimen* untuk uji tarik serat tunggal baik *untreatment*, *alkali treatment*, *heat treatment* serta perpaduan *alkali-heat treatment* masing- masing 20 buah.

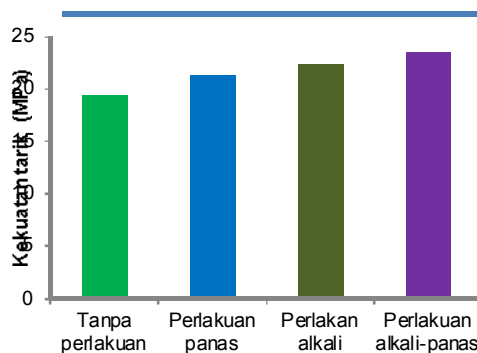
Alat yang digunakan adalah:

1. Peralatan dan bahan untuk membuat specimen
2. Alat ukur diameter serat tunggal (Micro Vickers Machine)
3. Mesin uji tarik serat tunggal (Mesdam)

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa kekuatan serat tunggal

Hasil pengujian kekuatan tarik awal serat kenaf menunjukkan bahwa kekuatan tarik tanpa perlakuan sebesar 19,10 MPa, perlakuan panas (oven 140 °C selama 10 jam) sebesar 20,82 MPa, perlakuan alkali (6% selama 3 jam) sebesar 21,90 MPa serta perlakuan alkali-panas (6%-3 jam ditambah pemanaskan 140 °C-10 jam) menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi sebesar 23,02 MPa seperti ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hubungan perlakuan dengan kekuatan tarik serat tunggal

Perlakuan alkali dan pemanasan merupakan cara efektif untuk menghilangkan beberapa kotoran dari permukaan serat. Ikatan hidrogen dalam serat bertambah disebabkan pengikisan lignin oleh alkali. Kotoran pada serat alam kecuali *lignin*, juga *wax*, minyak dan kotoran lain pada permukaan luar sel dinding. Ikatan hidrogen atau OH dalam serat bertambah karena adanya pengikisan lignin oleh NaOH, degradasi lignin ini berdampak pada degradasi sifat hidrofilik pada serat. Sifat hidrofilik yang dimiliki oleh lignin dalam serat berpengaruh terhadap kekuatan serat dalam berikatan dengan matriknya. Sifat hidrofilik tersebut dimiliki oleh lignin, sehingga jika gugus kimia lignin berkurang akan berpengaruh terhadap kekuatan ikatan serat dengan matrik.

Serat selulosa didominasi kristal tingkat tinggi dan berbentuk *amorphus*. Kadar kristal tergantung pada keaslian dari material (sel). Kekuatan mekanik sangat dipengaruhi oleh banyaknya selulosa pada serat. Peningkatan kekuatan mekanik serat dengan perlakuan panas pada suhu sekitar 140 °C selama 10 jam memberikan efek penurunan kadar air dalam serat yang selanjutnya menguatkan sifat serat. Kotoran tersebut akan berpengaruh terhadap daya rekat dan cengkeraman pada bahan yang akan dibentuk komposit. Bila dipaksakan dipergunakan akan terjadi lepas (*pull out*) dari bahan pengikatnya. Perlakuan alkali dan panas tersebut juga dapat mengakibatkan *depolymerizes selulosa* dan membuka *crystalin*, yang selanjutnya akan meningkatkan selulosa pada serat kenaf. Selain *depolymerizes selulosa* kandungan selulose pada perlakuan alkali dan panas meningkat disebabkan terjadinya pembukaan hemiselulosa menjadi selulosa.

Perlakuan panas dan alkali selain meningkatkan selulosa juga dapat meningkatkan tegangan permukaan. Semua itu akan dapat meningkatkan sifat mekanik. Struktur selulosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat mengakibatkan serat tahan terhadap tarikan.

Peningkatan sifat mekanik pada serat dipengaruhi oleh kandungan alfa selulosa. Struktur selulosa yang berserat dan memiliki ikatan hidrogen yang kuat mengakibatkan serat tahan terhadap tarikan tinggi.

Kesimpulan

1. Serat kenaf dengan perlakuan alkali-panas mempunyai sifat mekanis paling baik memperlihatkan harga kekuatan tarik sebesar 23,49 MPa, disusul dengan perlakuan alkali dengan kekuatan tarik sebesar 22,35 MPa, kemudian perlakuan panas kekuatan tarik yang dihasilkan sebesar 21,25 MPa, serta kekuatan tarik paling rendah pada serat tanpa perlakuan sebesar 19,49 MPa.

Daftar Pustaka

- A.M. Mohd. Edeerozey, 2006, *Chemical Modification of Kenaf Fiber*, University Sains Malaysia, Engineering Campus, Pulau Penang, Malaysia.
- Azwa Z. N, B.F. Yousif, A.C. Manalo dan W. Karunasena (2013). "A Review on The Degradability of Polymeric Composites Based on Natural Fibres". *Materials and Design* 47 (2013) 424–442.
- Chand Navin dan Mohammed Fahim (2008). " *Tribology of Natural Fiber Polymer Composites*". Wood Head Publishing Limited, Cambridge, England.
- Fabio Pereira, Fabiana Vieira, Luiz de Castro dan Ricardo Michel (2010). " *The Influence of Sample Preparation On Strength Results of A Pan-Based Carbon Fiber*". *Chemistry and Chemical Technology* Volume 4, No. 4.
- Jones, M. R., 1975, *Mechanics of Composite Material*, Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd.
- Kifli Umar dan Said H. Abbas, 2011, *Pengaruh Perlakuan Permukaan Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Gnenum Gnemon - Epoxy Resin*, Media Perpektif Vol. 11, pp 6-7
- Liu dan Day, 2007, *Surface Modification and Micromechanical Properties of Jute Fiber Mat Reinforced Polypropylene*, State-Key

Laboratory of Chemical Engineering, East China University of Science and Technology, China.

- Liu, X., Tabil, L.G., Paningrahi, S., 2007, *Chemical Treatment of Natural Fiber for Use in Natural Fiber-reinforced Composites : A Review*. *J. polym Environ, springer*.
- Reid, R.G., Oscar M.L., Asumani and Paskaramoorthy R., 2011, *The Effect on the Mechanical Properties of Kenaf Fibre Reinforced Polypropylene Resulting from Alkali-silane Surface Treatment*, School of Mechanical, Industrial and Aeronautical Engineering Facility, University of The Witwatersrand, Johannesburg, South Africa.
- Min Zhi Rong, Ming Qiu Zhang, Yuan Liu, Gui Cheng Yang, Han Ming Zeng, 2001, *The Effect of Fiber Treatment on the Mechanical Properties of Unidirectional Sisal-reinforced Epoxy Composites*, *Journal Composites Science and Technology*, Elsevier, pp 1438 - 1439.
- Mubarak, Z., 2004, *Pengaruh Varian Perlakuan Alkali Serat Cantula Terhadap Karakteristik Mekanik Komposit UPRs-Cantula*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- S. Kalia, B.S. Kaith, I. Kaur, 2011, *Cellulose Fibers : Bio-and Nano Polymer Composites*, *Green Chemistry and Technology*, Springer, India.
- Y. Cao, S. Sakamoto, K.Goda, , 2007, *Effect of Heat and Alkali Treatment on Mechanical properties of Kenaf Fibers*, 16th International Conference on Composites Materials, Kioto, Japan, pp 1-3.
- Wicaksono A., Jamasri, Yudiono H., 2006, *Karakteristik Kekuatan Bending Komposit berpenguat Kombinasi Serat Kenaf Acak dan Anyam*, Skripsi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.