

Pengaruh Perlakuan *Alkaline* dan *Hot Water Treatment* Terhadap Karakteristik Kekuatan Komposit Berpenguat Serat Kenaf dan *Microcrystalline Cellulose*

Sakuri Sakuri¹, Dimas Dwi Nugroho², Tris Sugiarto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin STT Wiworotomo Purwokerto

[1sakuridahlan@gmail.com](mailto:sakuridahlan@gmail.com), [2dimasnugroho1904@gmail.com](mailto:dimasnugroho1904@gmail.com), [3trissugiarto@gmail.com](mailto:trissugiarto@gmail.com)

ABSTRAK

Tujuan penelitian digunakan untuk mengetahui tingkat pengaruh perlakuan *hot alkali* pada serat kenaf dan melakukan penambahan *microcrystalline cellulose*(MCC) untuk meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit. Serat kenaf direndam dengan larutan NaOH sebanyak 6 % berat dan aquades. Waktu perendaman selama 6 jam dengan perlakuan *hot alkali* pada temperatur sebesar 40 °C, 60 °C dan 80 °C. Pencampuran matrik *unsaturated polyester* dan *microcrystalline cellulose* menggunakan *magnetic stirrer* dengan menerapkan metode Taguchi. Matrik *Unsaturated polyester* dan MCC dicampur dengan suhu 40 °C, kecepatan putar 250 Rpm, selama waktu 30 menit, dengan komposisi MCC sebesar 5 %. Pencetakan komposit menggunakan sistem *injection molding* dengan penekan menggunakan kemampuan dongkak. Hasil pengujian kekuatan tarik menunjukkan adanya peningkatan sebesar 27,91 %, dari kekuatan tarik sebelum perlakuan 66,69 MPa menjadi 85,65 MPa. Hasil pengujian kekuatan lentur meningkat sebesar 31,41 %, dari serat tanpa perlakuan 75,25 MPa menjadi 98.89 MPa dengan perlakuan *hot alkali* 40 °C. Modulus elastisitas memiliki grafik yang sebanding dengan hasil kekuatan tarik dan kekuatan lentur. Peningkatan kekuatan tarik dan lentur dikarenakan serat telah bersih dari kotoran akibat perlakuan *hot lkali* dan pencampuran *microcrystalline cellulose*.

Kata kunci : *hot alkali*, kenaf, MCC, komposit

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the level of effect of hot alkali treatment on kenaf fiber and to add microcrystalline cellulose (MCC) to increase the tensile strength and flexural strength of the composite. Kenaf fiber soaked with NaOH solution as much as 6% by weight and distilled water. Immersion time for 6 hours with hot alkali treatment at temperatures of 40 °C, 60 °C, and 80 °C. Mixing unsaturated polyester and microcrystalline cellulose matrix using a magnetic stirrer by applying the Taguchi method. Unsaturated polyester and MCC matrices were mixed with a temperature of 40 oC, a rotational speed of 250 Rpm, for 30 minutes, with an MCC composition of 5%. Composite molding uses an injection molding system with a press using a jack-up capability. The results of the tensile strength test showed an increase of 27.91%, from the tensile strength before treatment 66.69 MPa to 85.65 MPa. The results of the flexural strength test increased by 31.41%, from fiber without treatment of 75.25 MPa to 98.89 MPa with hot alkali treatment of 40 oC. The modulus of elasticity has a graph that was proportional to the results of tensile strength and flexural strength. The increase in tensile and flexural strength is because the fiber has been cleaned of dirt due to the hot alkali treatment and the mixing of microcrystalline cellulose.

Keyword : hot alkaline, kenaf, MCC, composite

1. PENDAHULUAN

Perkembangan bidang komposit mulai mengalami perubahan dari menggunakan material sintesis sebagai penguat komposit menjadi material serat alam. Produksi serat alam sebagai penguat komposit di Indonesia dimulai sejak perkembangan industri otomotif yang memanfaatkan serat kenaf sebagai penguat. PT Toyota di Jepang mulai memproduksi dan memanfaatkan serat kenaf sebagai penguat untuk bahan panel interior pada mobil. Selain serat kenaf yang telah dimanfaatkan, serat abaca juga dimanfaatkan sebagai penguat komposit. Produsen mobil *Daimler Bens* memanfaatkan serat abaca sebagai bahan dashboard pada produksinya. Serat alam merupakan serat yang mudah didapatkan dari alam dan mudah di daur ulang. Serat alam dibagi berdasarkan pada perolehannya seperti serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fiber*), yang diperoleh dari tambang (*mineral fiber*), dan serat yang diperoleh dari binatang (*animal fiber*)

Serat alam sebagai penguat pada komposit terus dikembangkan dan diteliti supaya dapat menjadi bahan alternatif pengganti kayu dan logam. sifat komposit ringan, tidak korosif, cukup kuat, densitas rendah, dan terbarukan. Penggunaan serat alam sebagai pengganti serat sintesis penguat pada komposit terus dikembangkan, mulai dari serat rami, kenaf, abaca, kelapa, pisang, jute, dan lain-lain [1]. Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat komposit diambil dari tanaman yang berumur pendek, sehingga mengurangi penggunaan kayu, seperti serat rami, serat kenaf, lidah buaya, serat nanas, serat cantula, dan sebagainya. Penggunaan serat alam pada komposit sebagai upaya adanya regulasi material yang habis pakai pada komponen otomotif di negara-negara maju seperti Jerman, Perancis, Amerika, dan Jepang [2].

Keuntungan utama dari serat alam khususnya serat kenaf yaitu jumlahnya melimpah, memiliki harga yang murah, mudah didapatkan, memiliki sifat akustik yang baik, massa jenis yang rendah, dapat diperbaharui dan didaur ulang serta ramah lingkungan. Selain keuntungan pada serat alam ada beberapa kelemahan dari serat alam seperti sifat adhesi yang buruk terhadap polimer [3], penyerapan air yang tinggi dan *stabilitas thermal* yang rendah. Berbagai metode dan perlakuan digunakan untuk memperbaiki sifat dan kelemahan serat seperti kenaf antara lain: Perlakuan alkali [4], *Silane*, *permanganat*, *fumigation* [5]. Tujuan dari perlakuan digunakan untuk mengurangi *hemiselulose*, *lignin*, *pektin* dan

pengotor lainnya. Berkurangnya pengotor (*amorphus*) pada serat akan meningkatkan *interfasial shear strength* (IFSS) dan terjadi *inter locking* yang lebih baik.

Perlakuan *hot alkali* pada serat alami adalah untuk meningkatkan kandungan selulosa pada serat. Serta menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antarmuka yaitu *hemiselulose*, *lignin* dan *pektin*. Berkurangnya *hemiselulosa*, *lignin* dan *pektin*, sehingga *wettability* (keterbasahan) serat oleh matriks semakin maksimal, dan kekuatan antarmuka akan meningkat. Hasil yang diharapkan adalah didapatkannya komposit berpenguat serat kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) yang mempunyai sifat mekanik lebih baik. Untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik tersebut, maka diberikan perlakuan *hot alkali* pada serat kenaf. Perlakuan *hot alkali* pada komposit serat kenaf dengan variasi suhu 40 °C, 60 °C dan 80 °C dengan waktu pemanasan 6 jam terhadap terhadap sifat mekanik komposit. Penambahan mikrokristalin selulosa dimanfaatkan untuk meningkatkan karakteristik mekanik dari komposit yang diperkuat dengan serat kenaf

2. MATERIAL DAN METODE

2.1 Material

Serat kenaf diperoleh dari PT Agrotek Lamorang Indonesia diproses serara *retting* untuk mendapatkan seratnya. *Microcrystalline cellulose* diperoleh dari PT Sigma Aldrich Jakarta dengan kerapatan 1.54 gr/cm³. *Unsaturated polyester* (Matriks) dan katalis *methyl ethyl ketone perioxide* (Mekpo) diperoleh dari PT Justus kimia raya Semarang Indonesia. NaOH atau *sodium hidroksida* dan aquades diperoleh dari Toko CJ Kimia Purwokerto.

2.2 Metode

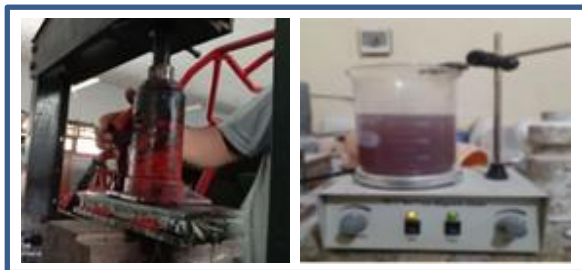
Perlakuan hot alkali pada serat kenaf dilakukan dengan mencampur NaOH sebanyak 6 % berat dengan aquades. Serat kenaf direndam dalam wadah yang berisi campuran NaOH dan Aquades. Perendaman dilakukan dalam oven dengan suhu bervariasi antara 40 °C, 60 °C dan 80 °C selama 6 jam. Serat yang telah direndam dibersihkan dengan air kran terus menerus sampai bersih dan menunjukkan air sisa cucian memiliki pH ~7. Serat dikeringkan dalam suhu ruangan selama 4 hari.



Gambar 1. Proses *Hot alkali* pada serat hasilnya

2.3 Proses pencetakan komposit

Pencetakan komposit dilakukan dengan memotong serat yang telah di *hot alkali* sepanjang 10 mm dan memasang pada cetakan secara acak. Fraksi volume yang digunakan 30 % serat, 65 % matrik *unsaturated polyester (UPRs)*, dan 5 % *Microcrystalline cellulose (MCC)*. Pencampuran matrik dan MCC menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan putar 250 Rpm, suhu 40 °C, selama 30 menit sesuai dengan metode Taguchi hasil penelitian [5], [6]. MCC dan matrik yang telah tercampur dengan sempurna ditambahkan catalis methyl ethyl ketone perioxide (Mekpo) sekitar 1 % untuk mengeras. Proses pencetakan komposit menggunakan sistem injection molding dengan ukuran 200 x 150 x 3 mm³. Setelah pencetakan selesai komposit dimasukkan dalam oven selama 10 jam pada suhu 60 °C.



Gambar 2. *Magnetic Stirrer* dan proses pencetakan

2.4 Pengujian Kekuatan Tarik dan Kekuatan Lentur.

Pengujian kekuatan tarik dan kekuatan lentur menggunakan *Universal Machine Test* yang dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Semarang. Pengujian kekuatan tarik menggunakan standar ASTM D638-03 dan pengujian kekuatan lentur menggunakan ASTM D790-03. Pengujian dilakukan pada komposit dengan serat tanpa perlakuan, dan perlakuan *hot alkali* 40 °C, 60 °C, dan 80 °C.

3. HASIL DAN DISKUSI

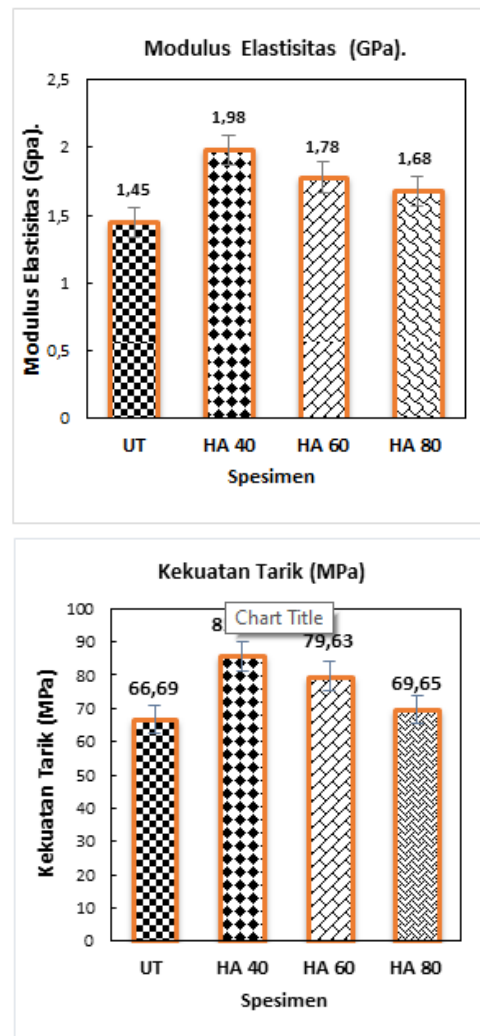
3.1 Pengujian Tarik

Proses pengujian kekuatan tarik dan spesimen tarik sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sampel dan Uji Tarik

Hasil pengujian kekuatan tarik dari perlakuan *hot alkali* sebagaimana dalam Gambar 5.



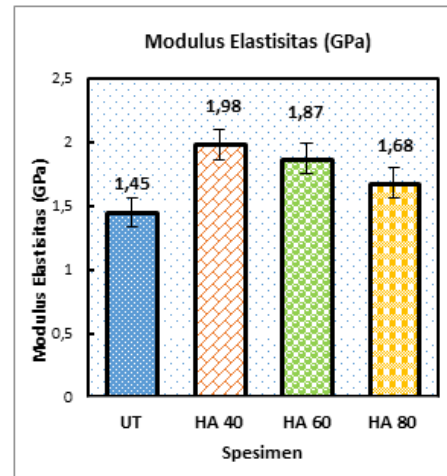
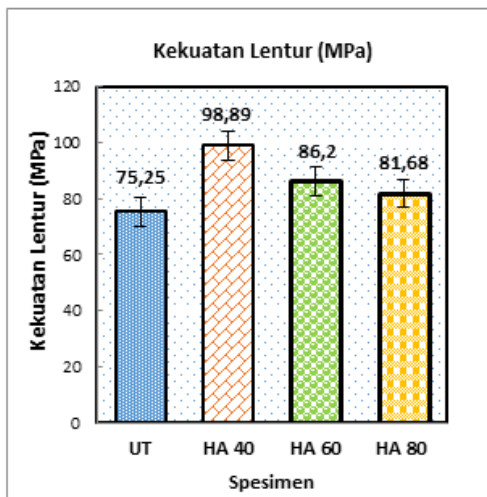
Gambar 5. Hasil Uji Tarik dan Modulus Elastisitas

Hasil uji tarik menunjukkan adanya peningkatan kekuatan tarik setelah perlakuan *hot alkali*. Kekuatan tarik meningkat setelah perlakuan alkali pada serat cantula, karena telah hilangnya hemiselulosa, pektin, lilin, dan pengotor lainya pada serat [4].

Serat purun tikus juga meningkat setelah perlakuan alkali karena serat semakin kasar sehingga terjadi ikatan antar muka yang baik antara matrik dan serat [7]. Kekuatan tarik meningkat terjadi hanya pada perlakuan *hot alkali* HA 40 atau suhu perendaman 40 °C, dan setelahnya mengalami penurunan. Penurunan terbesar pada perlakuan HA 80, meskipun masih di atas kekuatan tarik serat sebelum perlakuan. Kekuatan tarik setelah *hot alkali* di atas 40 °C lebih disebabkan karena serat kenaf mengalami *defibrilasi* pada serat akibat pemanasan dan perlakuan *alkali*. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian [8] tentang serat mengalami kerusakan akibat perlakuan alkali dan pemanasan yang berlebihan. Penambahan MCC juga memberikan peningkatan kekuatan tarik pada komposit, karena nilai selulosa murni akan meningkatkan kekuatan dan MCC mampu menutup seluruh *void* pada komposit. Hasil pengujian modulus elastisitas menunjukkan peningkatan setelah perlakuan *hot alkali* sebesar 36,55 %. Kenaikan modulus elastisitas memiliki grafik yang sama dengan pengujian tarik. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian [10], bahwa modulus elastisitas memiliki grafik yang sebanding dengan pengujian tariknya.

3.2 Pengujian Kekuatan Lentur

Hasil pengujian kekuatan lentur sebagaimana terlihat pada 6.



Gambar 6. Hasil Uji Lentur dan Modulus Elastisitas

Hasil pengujian lentur menunjukkan adanya peningkatan setelah perlakuan *hot alkali*, hal ini mengingat perlakuan alkali mampu mengurangi *amorphous* pada serat kenaf. Peningkatan tertinggi sebesar 98,89 MPa, sehingga naik 31,41 %. Kenaikan ini disebabkan karena indeks *kristallinity* serat meningkat karena berkurangnya kotoran pada serat. Senada dengan perlakuan alkali yang dilakukan [7] pada serat cantula yang mengalami peningkatan pada pengujian lentur. Kekuatan lentur menurun setelah suhu panas perendaman di atas 40 °C. Penambahan MCC mampu memberikan peningkatan pada kekuatan lentur karena mampu mengisi rongga pada komposit dan merupakan selulosa murni [9]. Hasil pengujian modulus elastisitas menunjukkan grafik yang sebanding dengan hasil pengujian kekuatan lentur [10].

4. KESIMPULAN

Perlakuan *hot alkali* dan penambahan *microcrystalline cellulose* mampu meningkatkan kekuatan tarik pada komposit 27,91 %. Modulus elastisitas kekuatan tarik meningkat menjadi 1,98 GPa dan mengalami peningkatan sebesar 36,55 %. Peningkatan ini lebih disebabkan karena serat makin bersih dan adanya penambahan *Microcrystalline cellulose*. Kekuatan lentur meningkat dengan perlakuan *hot alkali* pada perlakuan HA 40 menjadi 98,89 MPa dari sebelum perlakuan 75,25 MPa. Modulus elastisitas lentur meningkat sebanding dengan kekuatan lentur pada perlakuan HA 40 meningkat 36,55 %.

Daftar Pustaka

- [1] H. Salmah, S. C. Koay, and O. Hakimah, "Surface modification of coconut shell powder filled polylactic acid biocomposites," *J. Thermoplast. Compos. Mater.*, vol. 26, no. 6, pp. 809–819, 2013, doi: 10.1177/0892705711429981.
- [2] H. H. Rachmat, D. Janssen, G. J. Verkerke, R. L. Diercks, and N. Verdonshot, "In-situ mechanical behavior and slackness of the anterior cruciate ligament at multiple knee flexion angles," *Med. Eng. Phys.*, vol. 38, no. 3, pp. 209–215, 2016, doi: 10.1016/j.medengphy.2015.11.011.
- [3] D. B. Dittenber and H. V. S. Gangarao, "Critical review of recent publications on use of natural composites in infrastructure," *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 43, no. 8, pp. 1419–1429, 2012, doi: 10.1016/j.compositesa.2011.11.019.
- [4] S. Sakuri, E. Surojo, D. Ariawan, and A. R. Prabowo, "Investigation of Agave cantala-based composite fibers as prosthetic socket materials accounting for a variety of alkali and microcrystalline cellulose treatments," *Theor. Appl. Mech. Lett.*, vol. 10, no. 6, pp. 405–411, 2020, doi: 10.1016/j.taml.2020.01.052.
- [5] S. Sakuri, E. Surojo, D. Ariawan, and A. R. Prabowo, "Experimental investigation on mechanical characteristics of composite reinforced cantala fiber (CF) subjected to microcrystalline cellulose and fumigation treatments," *Compos. Commun.*, vol. 21, p. 100419, 2020, doi: 10.1016/j.coco.2020.100419.
- [6] D. A. Sakuri Sakuri, Eko Surojo, "Optimization of Mechanical Properties of Unsaturated Polyester Composites reinforced Microcrystalline cellulose Various Treatments using the Taguchi Methode," Spinger, Singapore: In Proceedings of the 6 th Internationale Conference and Exhibition on Sustainable Energy and Advance materials, 2020, pp. 225–231.
- [7] I. P. Lokantara, "Analisis Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan NaOH," *Din. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 47–54, 2012, doi: 10.29303/d.v2i1.1111.
- [8] E. B. C. Santos *et al.*, "Effect of alkaline and hot water treatments on the structure and morphology of piassava fibers," *Mater. Res.*, vol. 21, no. 2, pp. 1–11, 2018, doi: 10.1590/1980-5373-MR-2017-0365.
- [9] A. Kiziltas, D. J. Gardner, Y. Han, and H. S. Yang, "Mechanical Properties of Microcrystalline Cellulose (MCC) Filled Engineering Thermoplastic Composites," *J. Polym. Environ.*, vol. 22, no. 3, pp. 365–372, 2014, doi: 10.1007/s10924-014-0676-5.
- [10] M. Jacob, S. Thomas, and K. T. Varughese, "Mechanical properties of sisal/oil palm hybrid fiber reinforced natural rubber composites," *Compos. Sci. Technol.*, vol. 64, no. 7–8, pp. 955–965, 2004, doi: 10.1016/S0266-3538(03)00261-6.