



EFEK SINTESIS SILANE COUPLING AGENT PADA SIFAT FISIS DAN MEKANIS KOMPOSIT DENGAN PENGISI SERBUK KENAF DAN MATRIKS RESIN EPOKSI

Delovita Ginting dan Reka Nuansa Fitri

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau

Email: delovita@umri.ac.id

INFO ARTIKEL

Status artikel:

Diterima: 24 November 2021

Disetujui: 30 Desember 2021

Tersedia online: 31 Desember 2021

Keywords: Polymer Composite, Silane Coupling Agent, Kenaf Fiber, Epoxy Resin

ABSTRACT

This study aims to see the effectiveness of the chemical treatment of silane coupling agent on the physical properties (density and water absorption) and mechanical properties (tensile strength and impact strength) of the kenaf powder composite. Kenaf powder was alkalized using NaOH for 4 hours, then mashed using a grinding machine until it passed a 50 mesh sieve. The kenaf powder that has passed the sieve is then chemically treated with a silane coupling agent solution. Variations in the concentration of the silane coupling agent solution used were 0%, 10%, 20% and 30% of the mass of kenaf powder. Kenaf powder which has been synthesized with a silane coupling agent is then mixed with epoxy resin adhesive with a ratio of 30/70 in weight percent. The composite compaction process uses a Hydraulic Hot Press compacting machine with a pressure of 20 Bar at a temperature of 125 °C and a holding time of 15 minutes. The result of this research is that the treatment with 20% silane coupling agent on kenaf powder is effective in improving the physical and mechanical properties of the composite.

1. PENDAHULUAN

Polimer merupakan bahan yang sangat bermanfaat dalam dunia teknik, khususnya dalam industri konstruksi. Polimer sebagai bahan konstruksi bangunan dapat digunakan baik berdiri sendiri, misalnya sebagai perekat, pelapis, dan cat, maupun bergabung dengan bahan lain membentuk komposit polimer. Penggunaan komposit polimer untuk aplikasi industri telah banyak digunakan untuk beberapa aplikasi, seperti pesawat terbang, otomotif, peralatan rumah tangga, perangkat elektronik, dan lain sebagainya (Ismail et al., 2020). Komposit polimer dalam sebagian besar aplikasi dikombinasikan dengan setidaknya satu fase lain, seperti serat pendek atau panjang. Penambahan serat pada komposit polimer memiliki potensi berbagai manfaat yaitu dapat meningkatkan kekuatan, ketangguhan patah, kelenturan dan modulus elastisnya (Chand, N., dan Fahim, M., 2020).

Penggunaan serat alam sebagai penguat komposit sedang mengalami perkembangan yang sangat baik, mengingat komposit serat alam memiliki beberapa keunggulan seperti ramah lingkungan, harga pembuatan serta bahan lebih murah dan ketersediaan serat yang melimpah. Banyak serat alam yang telah digunakan sebagai penguat seperti serat daun nenas (Yantaboot, K., & Amornsakchai, T., 2017), serat rami (Purboputro, P. I., dan Hariyanto, A., 2017), serat kelapa (Nansu et al, 2019). Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai komposit adalah serat kenaf (Ginting, D et al, 2019).

Serat kenaf merupakan salah satu jenis serat alam yang memiliki potensi besar khususnya di bidang perekonomian. Menurut Natural Fiber Survey Report luasan perkebunan kenaf menurut mencapai 3344 hektar dan memiliki produktivitas yang tinggi karena berkembang pada radiasi matahari yang melimpah dengan curah hujan yang tinggi tumbuh di daerah beriklim tropis (Faruk et al, 2014).

Masalah kritis dalam persiapan komposit polimer adalah untuk memastikan kompatibilitas dari pengisi (*filler*) yang bersifat hidrofilik dengan matriks polimer yang bersifat hidrofobik. Kekurangan yang paling mendasar dari komposit polimer serat alam yaitu kurang baiknya ikatan antara pengisi (*filler*) dan matriks polimer sehingga menghasilkan sifat komposit yang kurang baik. Kekurangan dari serat alam tersebut disebabkan oleh sifat alami komposit serat alam yang masih dapat menyerap air sehingga air dapat masuk ke dalam ikatan antara matriks dan serat (Chuang et al, 2018).

Salah satu alternatif peningkatan ikatan antara pengisi (*filler*) dan matriks adalah modifikasi berupa pembentukan ikatan kovalen dengan permukaan partikel pengisi (*filler*) serbuk alam yaitu dengan sintesis *silane coupling agent* (SCA). *Silane coupling agent* digunakan sebagai bahan pengikat antara serat alam dan matriks. Bahan ini dapat mengurangi jumlah gugus hidroksil antarmuka serat dan matriks. Satu bagian dari *silane* akan bereaksi dengan selulosa yang berada di permukaan serat dan salah satu bagian lainnya akan berikatan dengan perekat polimer (Chen et al, 2017).

Polimer dalam penelitian adalah epoksi, komposit dengan pengikat epoksi telah menarik banyak minat dalam bidang penelitian komposit polimer di beberapa tahun terakhir. Komposit serat alam berbasis epoksi memiliki stabilitas termal yang relatif tinggi,

meningkatkan ketahanan terhadap tarik, sensitivitas dan ketangguhan serta mengurangi penyerapan air (Pareira et al, 2017).

Penelitian ini akan menganalisis pengaruh perlakuan kimia sintesis larutan *silane coupling agent* pada serbuk kenaf. Komposit polimer serat kenaf menggunakan epoksi akan diuji kekuatan tarik, kerapatan komposit dan daya serap air.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Material

Serat kenaf diperoleh dari petani kenaf yang berasal dari kabupaten Kampar provinsi Riau. Serat direndam dengan menggunakan air selama 7 hari, setelah perendaman maka dilakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu 60°C untuk menghilangkan kadar air, kemudian serat dipotong dengan ukuran 5 cm. Resin epoksi diperoleh dari perusahaan kimia Megah Kimia, terdiri dari resin epoksi dan hardener dengan perbandingan 2:1. NaOH dan aquades diperoleh dari perusahaan Megah Kimia. Silane (OFS-6030) diperoleh dari PT. Biopolytech Innovation dengan komposisi γ -Methacryloxypropyltrimethoxysilane.

2.2 Preparasi Serat Kenaf

Serat kenaf dialkalisasi dalam larutan NaOH 2% selama 2 jam pada suhu ruang untuk membuang lignin dan pengotor pada serat, kemudian serat dibersihkan dengan air mengalir dan dikeringkan di udara pada suhu 70°C hingga mencapai kadar air kurang dari 3% (S.Srisuwan et al, 2014) . Serat yang telah kering kemudian digiling dan dihaluskan menggunakan *greending machine* hingga diperoleh serbuk lolos ayakan 50 mesh.

2.3 Sintesis Larutan Silane Coupling Agent

Proses pembuatan larutan *silane coupling agent* dengan variasi 0 %, 10 %, 20 % dan 30 % berdasarkan fraksi berat terhadap massa *filler* serbuk kenaf. *Silane coupling agent* dilarutkan dengan aquades dan etanol dengan perbandingan 20/80 dalam fraksi berat. Larutan *silane coupling agent* yang telah dipreparasi disimpan di wadah tertutup. Serbuk kenaf dicampur dengan larutan *silane coupling agent* menggunakan *mixer* dengan kecepatan 300 rpm selama 15 menit hingga serbuk kenaf tercampur merata atau homogen. Sampel dikeringkan dengan oven selama *15 menit* dengan suhu 120°C .

2.4 Preparasi Komposit

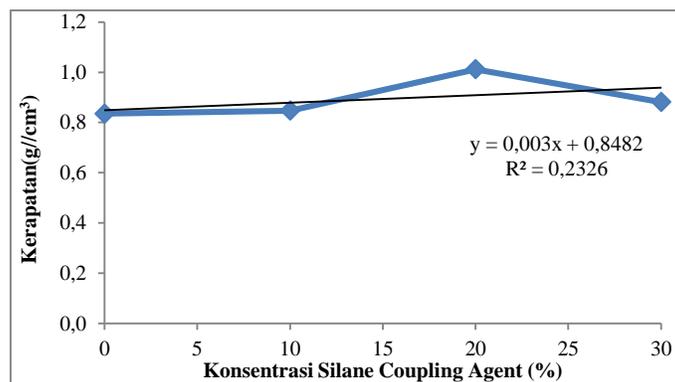
Serbuk kenaf dan perekat epoksi dicampurkan dengan perbandingan 70:30, bahan diaduk menggunakan mixer berkecepatan 300 rpm selama *15 menit*. Bahan yang sudah tercampur dimasukkan ke cetakan dengan ukuran 20cm x 15cm x 2cm. selanjutnya dilakukan pengempaan panas dengan tekanan 20 Bar selama *15 menit*. Papan komposit dikeluarkan dari cetakan kemudian didiamkan untuk dikondisikan selama 7 hari, selanjutnya komposit diuji (Ginting D et al, 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Kerapatan Komposit

Pengujian kerapatan komposit menggunakan ASTM D570. Hasil pengujian kerapatan komposit dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil pengujian nilai kerapatan komposit optimum terdapat pada komposit dengan perlakuan penambahan SCA 20% dengan nilai *densitas* sebesar 1.01 gr/cm^3 . Pengaruh perlakuan SCA belum cukup efektif (rendah) jika dilihat dari nilai koefisien relasi. Kerapatan adalah suatu ukuran kepadatan suatu partikel dalam lembaran. Nilainya sangat tergantung pada kerapatan serat yang digunakan dan besarnya tekanan kempa yang diberikan selama proses pembuatan lembaran. Makin tinggi kerapatan komposit yang akan dibuat akan semakin besar tekanan yang digunakan pada saat pengempaan. Pada penelitian ini kekuatan kempa yang digunakan adalah sebesar 20 Bar dengan penahanan 15 menit. Sehingga perlakuan SCA belum cukup efektif memberikan peningkatan yang signifikan untuk pengujian kerapatan komposit. Efektivitas peningkatan tertinggi hanya sebesar 20%.

Penambahan SCA 10% memiliki nilai kerapatan yang rendah terjadi karena volume SCA yang tidak cukup mengakibatkan SCA tidak tersebar secara merata dipermukaan filler sehingga dapat mengganggu ikatan antara matriks dan filler. SCA dengan jumlah yang sedikit dapat mengganggu ikatan filler dan matriks. Komposit dengan perlakuan penambahan SCA 30% memiliki nilai kerapatan yang paling rendah disebabkan karena volume SCA yang semakin banyak dapat meningkatkan viskositas matriks (resin epoksi), viskositas resin dapat mengurangi kerapatan material, hal ini dikarenakan nilai viskositas matriks yang mengental menyebabkan volume komposit meningkat (Chen et al, 2017).



Gambar 1. Grafik Pengaruh Perlakuan *Silane Coupling Agent* Terhadap Kerapatan Komposit

3.2 Hasil Pengujian Daya Serap Air

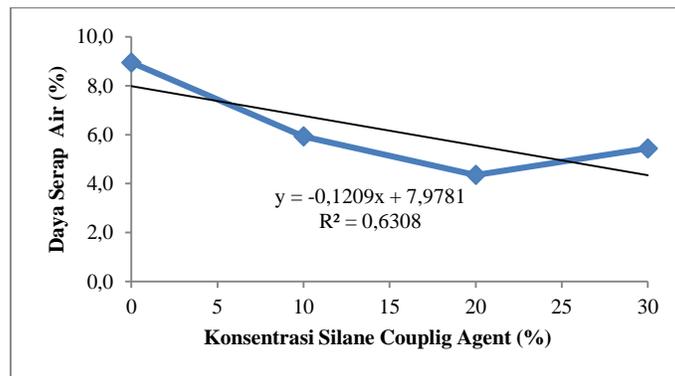
Pengujian daya serap air bertujuan untuk melihat kemampuan material untuk menyerap air setelah mengalami perendaman dalam air selama 24 jam pada suhu kamar dan dinyatakan dalam persen. Pada pengujian ini diharapkan hasil persentase penyerapan

memiliki nilai yang kecil. Grafik hubungan antara pengaruh perlakuan penambahan variasi jumlah SCA terhadap daya serap air komposit dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa daya serap air komposit dengan penambahan SCA 20% menyerap air paling sedikit dan memiliki efektivitas sangat baik yaitu sebesar 51.34%. Nilai korelasi pengaruh konsentrasi SCA terhadap nilai daya serap air komposit memiliki hubungan yang kuat. Silane coupling agent memiliki fungsi meningkatkan ikatan antar muka antara *filler* (serbuk kenaf) dengan matriks (resin epoksi).

Reaksi *silane* dengan pengisi bubuk (*filler*) melibatkan empat langkah. Proses terdiri dari hidrolisis, kondensasi, ikatan hidrogen dan pembentukan ikatan. Tahap pertama pencampuran *coupling agent* dengan air menyebabkan ketidakseimbangan hidrolisis dan diperoleh *coupling agent* encer. Tahap kedua adalah proses mencampurkan dengan pengisi dalam hal ini berbentuk serbuk. Pencampuran dilakukan dengan *mixer* berkecepatan tinggi sehingga terjadi reaksi gugus *silane coupling agent* yang memiliki pusat yang sensitif secara hidrolitik akan berikatan dengan permukaan bahan anorganik membentuk ikatan hidrogen. Kemudian dilanjutkan dengan memanaskan campuran pada 120°C selama 90 menit untuk menghilangkan air. Pada tahap ini, ikatan kovalen akan terbentuk silane sebagai *coupling agent* dapat membuat ikatan antara dua material yaitu serbuk kenaf yang digabungkan dengan resin epoksi membentuk komposit (Arkles, 2011).

Penelitian ini menunjukkan perlakuan penambahan SCA dapat mengurangi daya serap air komposit, hal ini dapat dilihat jumlah daya serap air komposit dengan perlakuan SCA jika dibandingkan dengan komposit tanpa perlakuan 0% SCA mengalami penurunan. Perlakuan SCA dapat mencegah masuknya air dan meningkatkan ikatan matriks dan *filler*. Pada penelitian ini hasil pengujian daya serap air ini telah memenuhi standar SNI 01-4449-2006 papan serat dengan ketentuan nilai daya serap air yang diperkenankan tidak lebih dari 14 %.

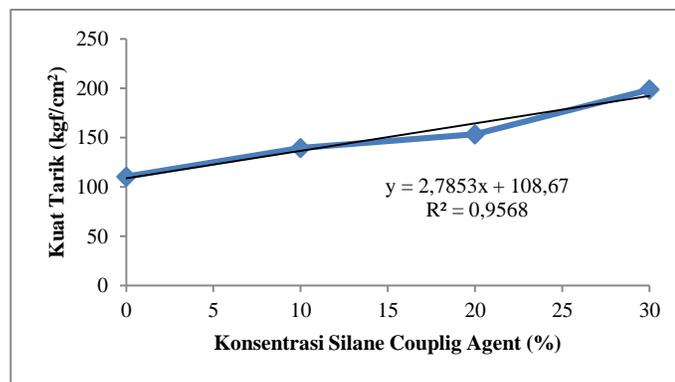


Gambar 2. Grafik Pengaruh Perlakuan *Silane Coupling Agent* Terhadap Daya Serap Air Komposit

3.3 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit

Pengujian kuat tarik bertujuan untuk mengetahui batas kuat tarik dari benda uji terhadap tarikan dan sejauh mana material tersebut bertambah panjang. Pengujian ini menggunakan alat HUNG TA HT-8503 menggunakan standar ASTM D 638. Grafik hubungan antara pengaruh perlakuan penambahan silane coupling agent (SCA) terhadap pengujian kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 3.

Korelasi pengaruh konsentrasi SCA terhadap nilai kuat tarik komposit memiliki hubungan yang sangat kuat. Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan SCA pada serbuk kenaf dapat meningkatkan jumlah ikatan kovalen antara resin epoksi dan serbuk sehingga dapat meningkatkan kuat tarik komposit.



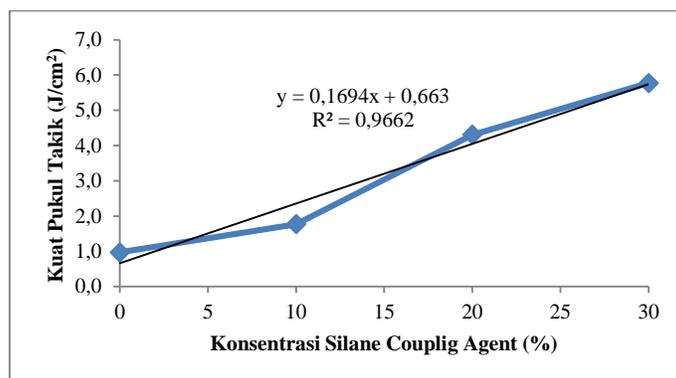
Gambar 3. Grafik Pengaruh Perlakuan *Silane Coupling Agent* Terhadap Kuat Tarik Komposit

3.4 Hasil Pengujian Kekuatan Pukul Takik Komposit

Pengujian pukul takik dalam penelitian ini dalam menggunakan ASTM D 256. Grafik hubungan antara pengaruh perlakuan penambahan variasi jumlah SCA terhadap pengujian kuat impak dapat dilihat pada Gambar 4.

Kekuatan pukul takik komposit menyatakan kekuatan material dalam menyerap energi. Material yang tangguh mampu menyerap energi lebih banyak energi, sedangkan material yang regas hanya menyerap sedikit energi (Sani, 2021). Hasil uji pukul takik komposit memperlihatkan semakin besar jumlah konsentrasi SCA maka semakin besar energi yang mampu diserap oleh komposit. Korelasi grafik pengaruh konsentrasi SCA terhadap nilai kuat pukul takik papan komposit memperlihatkan hubungan yang sangat kuat.

Semakin tinggi presentase SCA mengakibatkan semakin besar energi serap komposit. Perlakuan penambahan SCA yang banyak dapat membantu komposit untuk lebih kuat menahan pukulan, SCA juga berfungsi menyalurkan tekanan dari resin ke matriks ke *filler* sehingga menyebabkan komposit menjadi kaku dan tangguh.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Perlakuan *Silane Coupling Agent* Terhadap Kuat Pukul Takik Komposit

4. SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil membuat komposit dengan pengisi serat kenaf. Perlakuan substrat serbuk kenaf menggunakan larutan *silane coupling agent* menunjukkan bahwa komposit tanpa perlakuan SCA memiliki nilai sifat fisis dan mekanis lebih rendah jika dibandingkan dengan komposit dengan perlakuan SCA. SCA dapat meningkatkan ikatan antara resin dan partikel bubuk yaitu serat kenaf dan resin adalah faktor penting yang mempengaruhi kekuatan komposit. Selain itu SCA dapat menahan penyerapan air pada komposit sehingga nilai penyerapan air berkurang dan perlakuan SCA memperlihatkan peningkatan yang tinggi jika dilihat dari regresi linear penurunan daya serap air.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Muhammadiyah Riau dan Program Studi Fisika Fakultas MIPA dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Riau.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arkles, B. (2011). *Hydrophobicity, hydrophilicity and silane surface modification*. Morrisville: Gelest Inc.
- Chand, N., & Fahim, M. (2020). *Tribology of natural fiber polymer composites*. Cambridge: Woodhead publishing.
- Chen, L., Wang, Y., Fei, P., Jin, W., Xiong, H., & Wang, Z. (2017). Enhancing the performance of starch-based wood adhesive by silane coupling agent (KH570). *International journal of biological macromolecules*, 104(A), 0141-8130. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.182>.
- Chuang, W., Geng-sheng, J., Lei, P., Bao-lin, Z., Ke-zhi, L., & Jun-long, W. (2018). Influences of surface modification of nano-silica by silane coupling agents on the thermal and frictional properties of cyanate ester resin. *Results in Physics*, 9, 2211-

3797. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.03.056>
- Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2014). Progress report on natural fiber reinforced composites. *Macromolecular Materials and Engineering*, 299(1), 1439-2054. <https://doi.org/10.1002/mame.201300008>
- Ginting, D., Wirman, S.P. and Lubis, Y.M., 2019. Modification of Kenaf Fibers Composite and Empty Oil Palm Bunch With Silane Coupling Agent Addition. *Prosiding CELSciTech*, 4,2541-3023.www.ejurnal.umri.ac.id/index.php/PCST/article/download/1733/1011.
- Ismail, I., Jalil, Z., Olaiya, N. G., Abdullah, C. K., Fazita, M. R. N., & Abdul Khalil, H. P. S. (2020). Properties and Characterization of New Approach Organic Nanoparticle-Based Biocomposite Board. *Polymers*, 12(10), <https://doi.org/10.3390/polym12102236>
- Purboputro, P. I., & Hariyanto, A. (2017). Analisis sifat Tarik dan Impak komposit serat rami dengan perlakuan Alkali dalam Waktu 2, 4, 6 dan 8 jam Bermatrik Poliester. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 18(2). 2541-4577. <https://doi:10.23917/mesin.v18i2.5238>.
- Pereira, A. C., Monteiro, S. N., de Assis, F. S., Margem, F. M., da Luz, F. S., & de Oliveira Braga, F. (2017). Charpy impact tenacity of epoxy matrix composites reinforced with aligned jute fibers. *Journal of Materials Research and Technology*, 6(4), 2238-7854. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2017.08.004>.
- Nansu, W., Ross, S., Ross, G., & Mahasaranon, S. (2019). Effect of crosslinking agent on the physical and mechanical properties of a composite foam based on cassava starch and coconut residue fiber. *Materials Today: Proceedings*, 17(4), 2214-7853 . <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.06.249>
- S. Srisuwan, N. Prasoetsopha, N. Suppakarn, P. Chumsamrong (2014), The Effects of Alkalized and Silanized Woven Sisal Fibers on Mechanical Properties of Natural Rubber Modified Epoxy Resin, *Energy Procedia*, 56, 1876-6102. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.127>.
- Sani, R. A. (2021). *Karakterisasi Material*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Yantaboot, K., & Amornsakchai, T. (2017). Effect of preparation methods and carbon black distribution on mechanical properties of short pineapple leaf fiber-carbon black reinforced natural rubber hybrid composites. *Polymer Testing*, 61. 0142-9418. <https://doi.org/10.1016/j.polymeresting.2017.05.026>.