

SIFAT MEKANIK BIONANOKOMPOSIT FILLER NANOPARTIKEL BIOMASS KULIT ROTAN METODE INJEKSI MOLDING

S. Nikmatin¹, L.I. Sudirman²

¹Departemen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor

Email: Snikmatin@ipb.ac.id

ABSTRACT

Rattan biomass is one of the agricultural waste that can be used as a source of cellulose nanoparticle. To produce cellulose nanoparticle bark rattan that is low density, good mechanical properties, natural resources and renewable resources needed a new method of development nanotechnology using hummer mill methods. The purpose of this study is synthesis and mechanical properties of bionanocomposite reinforce cellulose nanoparticle bark rattan used injection moulding. Cellulose nanoparticle is made with mechanical systems (milling and shakers) in size 75 μm and hummer mill $t=30$ minute. PSA test results produced a maximum particle size of 25.6 nm (number distribution commulant method) at the $t=30$ minute. Meanwhile, the hardness and impact strength of bionanocomposite show 79.9 HRR and 67.7 J/m.

Keywords: Cellulose, hummer mill, nanopartikel, rattan

ABSTRAK

Semakin meningkatnya penggunaan serat sintetis pada berbagai industri komposit, menimbulkan permasalahan akan limbah *nonorganik* serat sintetis yang semakin bertambah sehingga mendorong perubahan *trend* teknologi menuju *natural composite*. Kulit rotan adalah limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai nanopartikel selulosa untuk menggantikan serat sintetis. Untuk menghasilkan nanopartikel selulosa kulit rotan yang ringan, kuat, ramah lingkungan dan eksplorasi sumber daya alam dalam negeri digunakan pengembangan metoda yang bisa menawarkan solusi teknik yang mengedepankan kemampuan sistem yaitu nanoteknologi melalui metode hummer milling. Tujuan penelitian ini adalah sintesa nanopartikel selulosa kulit rotan dengan metoda hummer milling dan analisa sifat mekanik. Selulosa kulit rotan dibuat dengan inokulasi white rote fungi 21 hari kemudian dimilling hingga berukuran 75 μm kemudian dilanjutkan hummer mill pada $t=30$ menit. Hasil pengujian PSA dihasilkan distribusi ukuran partikel rata-rata pada $d=25,6$ nm (number distribution-commulant methods) pada $t=30$ menit. Sementara itu sifat mekanik bionanokomposit yang dibuat dengan metode injeksi molding menunjukkan kekerasan 79.9 HRR dan ketahanan terhadap benturan 67.7 J/m.

Kata kunci: Selulosa, hummer mill, nanopartikel, kulit rotan.

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya penggunaan serat sintetis pada berbagai industri seperti industri perabot rumah tangga (panel, kursi, meja), industri kimia (pipa, tangki), alat-alat olah raga, industri transportasi, dapat menimbulkan permasalahan akan limbah nonorganik serat sintetis yang semakin bertambah sehingga mampu mendorong perubahan *trend* teknologi komposit menuju *natural composite* yang ramah lingkungan. Serat alam mencoba untuk menggeser serat sintetis, seperti fiber glass, Kevlar-49, Silicone carbide, Aluminium Oxide, dan Boron. Salah satu jenis serat alam yang tersedia secara melimpah adalah serat kulit rotan.¹

Ketersediaan limbah kulit rotan yang berlimpah, merupakan SDA yang dapat direkayasa menjadi produk teknologi andalan nasional yaitu nanopartikel selulosa. Sifat fisik batang rotan sering dikelirukan dengan bambu dan bila diproses menjadi bilah-bilah, sulit untuk dibedakan. Bambu hampir selalu berongga, dan dalam beberapa spesies, sukar dibengkokkan. Rotan dapat dengan mudah dibengkokkan tanpa deformasi yang nyata. Menurut hasil inventarisasi Direktorat Bina Produksi Kehutanan, dari 143 juta hektar hutan di Indonesia diperkirakan hutan yang ditumbuhi rotan seluas 13,20 juta hektar. Nilai ekspor rotan Indonesia pada tahun 2008 mencapai 250 ribu ton hingga 400 ribu ton per tahun. Di Indonesia terdapat delapan marga rotan yang terdiri atas 306 jenis, hanya 51 jenis yang sudah dimanfaatkan. Hal ini berarti pemanfaatan batang rotan masih rendah dan terbatas pada jenis-jenis yang laku di pasaran dan sampai saat ini belum ada pemanfaatan pengolahan limbahnya.²

Nanopartikel selulosa merupakan pilihan material yang sangat potensial untuk dikembangkan dan diteliti lebih lanjut. Untuk mendapatkan filler komposit berbasis nanopartikel selulosa kulit rotan yang ringan, kuat dan ulet sebagai pengganti serat sintetis diperlukan suatu pengembangan metoda yang bisa menawarkan solusi teknik yang mengedepankan kemampuan sistem yaitu nanoteknologi. Inovasi material komposit yang terdiri atas blok-blok partikel homogen dengan ukuran nanometer yang diproses melalui metode hummer mill. Keuntungan penggunaan nanopartikel selulosa ini antara lain ringan, tahan korosi, sifat mekanik yang tinggi serta harga produk dapat bersaing dengan produk komposit serat sintesis.³

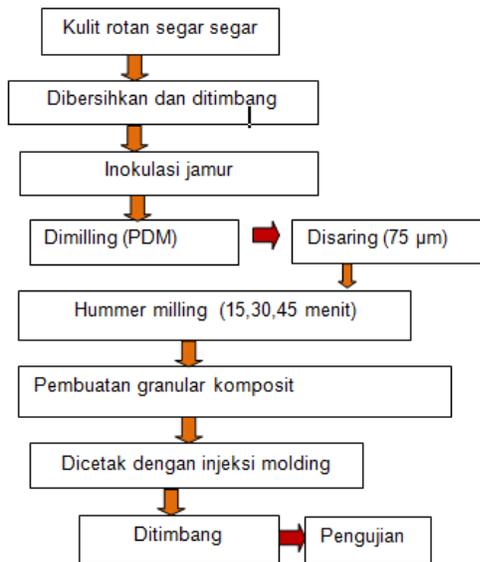
Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit rotan sebagai bahan dasar pembuatan nanopartikel selulosa yang berasal dari sumber daya alam terbaharui merupakan kajian yang sangat menarik untuk diteliti lebih lanjut karena dapat digunakan sebagai pilihan atau pengganti serat sintetis pada nanokomposit. Hal ini merupakan jawaban atas kebutuhan akan biokomposit disegala bidang yang lebih ringan, kuat, tahan korosi/aus, eksplorasi sumber daya alam dalam negeri, ramah lingkungan, memiliki sifat fisis dan mekanis yang lebih baik serta ekonomis.

METODOLOGI

Bahan dan alat yang digunakan dalam sintesa selulosa nanopartikel kulit rotan adalah kulit rotan segar dari desa Madu Sari Pontianak

Kalimantan, white rote fungi isolat F dari mikrobiologi FMIPA IPB, polipropillen 7032EMCC (PP) sebagai matrik dan PPMA sebagai coupling agent. Sintesa nanopartikel menggunakan gabungan metode disk mill dan hummer mill serta pembuatan bionanokomposit menggunakan TSE-injeksi molding. Pengujian sifat mekanik meliputi rocvell hardness dan izod impact strength. Ukuran nanopartikel menggunakan *Partikel Size Analyzer* (PSA) *number distribution* dengan metode cumulant.

Metoda penelitian diawali dengan inokulasi kulit rotan dengan white rote fungi yang dilanjutkan dengan milling dan ayakan secara mekanik hingga mencapai ukuran 75 µm. Untuk menghasilkan ukuran nanopartikel yang homogen dan optimal digunakan hummer mill waktu milling 30 menit kemudian diuji dengan PSA. Pembuatan bionanokomposit diawali dengan dicampurnya matrik PP dengan konsentrasi 92%, PPMA 3% dan nanopartikel selulosa 5% dengan Twin Screw Extruder (TSE) dan injeksi molding pada pemanasan barrel 4 tahap (160 – 200°C). Tahap akhir adalah pengujian bionanokomposit menggunakan standar ASTM pada uji kekerasan dan uji benturan.

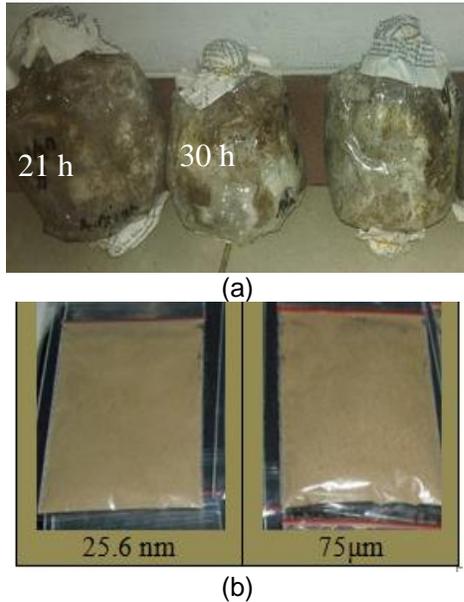


Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

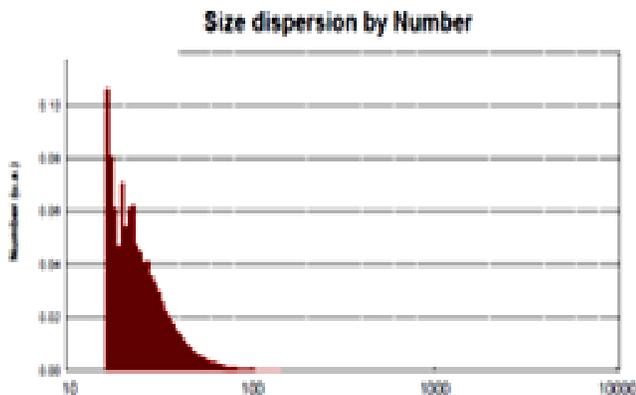
Ekstraksi selulosa kulit rotan (SKR)

Selulosa (C₆H₁₀O₅)_m merupakan bagian penyusun utama jaringan tanaman berkayu yang membentuk potongan komponen jaringan memanjang. Pemisahan serat yang baik dan dalam kondisi optimal menjamin sifat dan kandungan asli serat dapat dipertahankan. Prinsip dasar dari pemisahan serat adalah memisahkan bahan penyusun serat dari jaringan parenkim, xilem serta jaringan epidermis.



Gambar 2 Selulosa kulit rotan inokulasi jamur (a) dan nanopartikel (b).

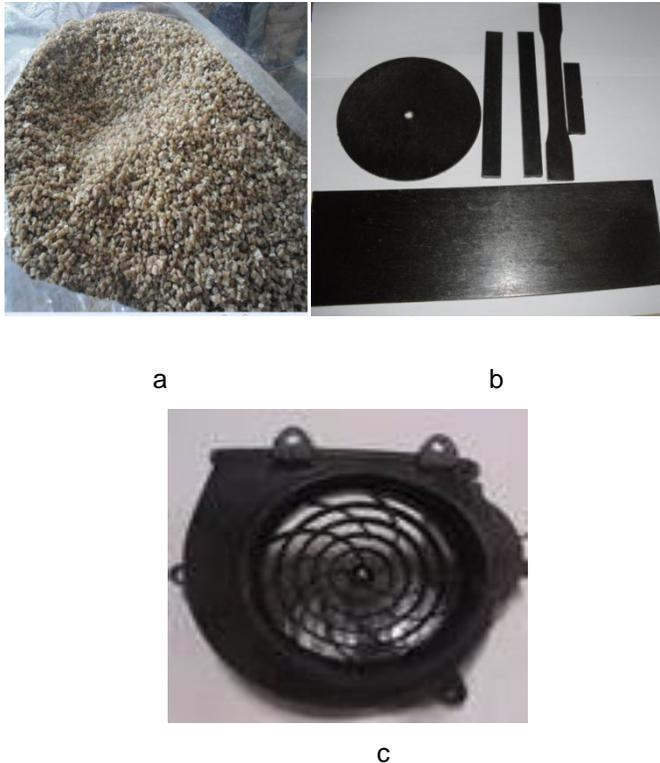
Gambar 2 dan 3 menunjukkan hasil ekstraksi SKR inokulasi jamur dan gabungan metoda disk mill dan hummer mill (30 menit) dengan hasil ukuran serat berdiameter 25.6 nm (distribusi jumlah). Sementara itu data dari pengujian ADF-NDF menunjukkan ekstraksi jamur optimum pada inokulasi 21 hari dengan kandungan selulosa = 76.47%, lignin = 2.39%. Pada inokulasi 15 hari jamur belum tumbuh secara optimum yang ditandai dengan warna serat kecoklatan, sementara itu inokulasi 30 hari menunjukkan pembusukan serat karena terlalu banyak mengandung kadar air.



Gambar 3 Citra PSA distribusi jumlah, metode commulat pada nanopartikel SKR hummer mill 30 menit

Sifat Mekanik

Tujuan pengujian kekerasan dan kekuatan bentur adalah untuk mengidentifikasi sejauh mana bionanokomposit hasil TSE dan injeksi molding dengan konsentrasi filler 5% tahan terhadap deformasi dari luar. Twin screw extruder digunakan untuk menghasilkan granular komposit yang homogen dalam pencampuran antara matrik, filler dan coupling agent. Sementara itu metode injeksi molding digunakan untuk menghasilkan sampel dengan mold pengujian standar ASTM dan prototipe fan comp cover pada komponen sepeda motor. Konsentrasi filler yang digunakan berdasarkan dari penelitian sebelumnya,⁴ yang menyatakan bahwa variasi konsentrasi filler dari 2 – 25 % menunjukkan optimum pada 5%. Berdasarkan pengujian kekerasan metode rockwell dihasilkan 79.9 HRR dan ketahanan terhadap benturan menggunakan metode izod 67.7 J/m (Gambar 4). Hal ini menunjukkan hasil yang sebanding dengan komposit filler serat glass pada aplikasi fan comp cover.⁵



Gambar 4 Granular bionanokomposit (a) standar uji ASTM(b) dan *fan comp cover* (c).

SIMPULAN

Optimasi waktu inokulasi pada ekstraksi selulosa kulit rotan dengan menggunakan bioproses *White rote* fungi adalah 21 hari dengan komposisi kimia selulosa 40.75% dan lignin 5.89%. Gabungan metode disk milling dan hummer mill dapat digunakan untuk produksi nanopartikel serat dengan waktu milling 30 menit dan ukuran partikel rata-rata 25.6 nm (Dmean number, metode commulant). Prototipe bionanokomposit pada filler 5% dengan matrik polipropillin dan coupling agent PPMA yang dihasilkan memiliki kekerasan dan impact strength yang sebanding dengan standar komponen fan comp cover filler sintesis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI), 2013. www.aisi.or.id/statistic. Produksi sepeda motor di Indonesia.
2. Sarjito Jokosisworo, 2009. Pengaruh Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yucalac 157 Terhadap Kekuatan Tarik Dan D Tekuk, Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Undip, *TEKNIK – Vol. 30 No. 3 Tahun 2009, ISSN 0852-1697*
3. Nikmatin S, Purwanto Y A, Mandang T, Maddu A, Purwanto S, 2011. Karakterisasi selulosa kulit rotan sebagai material pengganti serat sintesis. *Jurnal Agrotek UNEJ*. 5 (1):40-47.
4. Nikmatin S, Purwanto S, Maddu A, Mandang T, Purwanto A, 2012. Analisis struktur selulosa kulit rotan sebagai filler bionanokomposit dengan difraksi sinar x. *Jurnal Sains Material Indonesia*.13(2):97-102.
5. Irwanto D, 2012. Kajian granular komposit serat carbon alam sebagai material komponen sepeda motor. *Buletin AHM*.2-3.
6. Ibrahim NA, Wan M, Maizathulnisa O, 2009. Poly(Lactic Acid) (PLA)-Reinforced kenaf bast fiber composites : The effect of triacetin. *J Reinforced Plastics and Composites*.10.1177-1182.