

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 4, No. 1, April 2016



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Sehubungan dengan hal itu, naskah yang masuk ke redaksi mengalami peningkatan. Untuk itu mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan jumlah naskah dari 10 naskah menjadi 15 naskah, tentunya dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi *online*. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang B. Seminar (Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Universitas Sriwijaya, Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta)
Y. Aris Purwanto (Institut Pertanian Bogor)
M. Faiz Syuaib (Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Universitas Hasanuddin, Makasar)
Anom S. Wijaya (Universitas Udayana, Denpasar)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah
Sekretaris : Lenny Saulia
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah
Anggota : Usman Ahmad
Dyah Wulandani
Satyanto K. Saptomo
Slamet Widodo
Liyantono
Sekretaris : Jokho Budhiyawan
Diana Nursolehat

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Darmaga, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 4 No. 1 April 2016. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Hasbi, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Thamrin Latief, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. Hersyamsi, M.Agr (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Ir. Dody Tooy, PhD. (Universitas Sam Ratulangi), Dr.Ir. Lady Corrie Ch Emma Lengkey, M.Si (Universitas Sam Ratulangi), Prof.Dr.Ir. Ade M. Kramadibrata (Universitas Padjadjaran), Dr. Suhardi, STP.,MP (Universitas Hasanuddin), Ir. I Made Anom S. Wijaya, M.App.Sc.,Ph.D (Universitas Udayana), Dr.Ir. Sandra, MP (Universitas Brawijaya), Dr.Ir. Nursigit Bintoro, M.Sc (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta-IPB), Prof.Dr.Ir. Hadi K. Purwadaria, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta-IPB), Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta IPB), Dr.Ir. I Wayan Budiastra (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta IPB), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta IPB), Dr.Ir. Emmy Darmawati, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta IPB), Dr.Ir. M. Yanuar J. Purwanto, MS (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fateta-IPB), Dr. Yudi Chadirin, STP.,M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fateta-IPB), Dr.Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fateta-IPB). Dr. Rudiyanto, STP.,M.Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fateta-IPB), Dr.Ir. Akhiruddin Maddu, M.Si (Departemen Fisika, FMIPA-IPB).

Technical Paper

Pengaruh *Milling* Terhadap Karakteristik Nanopartikel Biomassa Rotan

Milling effect towards nanoparticle biomass rattan characteristics

Aminah Balfas, Departemen Biofisika, Institut Pertanian Bogor Email: aminahbalfas@gmail.com
Irmansyah, Departemen Biofisika, Institut Pertanian Bogor
Siti Nikmatin, Departemen Biofisika, Institut Pertanian Bogor, Email: sitinikmatin@yahoo.co.id
Agus Sukarto, LIPI Fisika, PUSPITEK, Tangerang, Email: agussukanto@gmail.com

Abstract

The huge availability of rattan biomass is a fiber rich natural resource that resulted from rattan processing. Nanoparticles biomass is selected material with high potential to be further developed and studied as filler composites, which rattan has better mechanical physical properties than synthetic. The fiber objective of this study is to obtain natural fiber nanoparticles from rattan biomass as a reinforcing material of PP (Polypropylene) using milling method with time variation of 15, 30 and 45 minutes. The result of using milling method with Herzong tool, the optimum milling time was 30 minutes with an average particle size of 24.35 nm in the range 15.49 - 48.99 through PSA test equipment, which using the method of distribution cumulant amount (number), the surface morphology of nanoparticles fiber rattan skin shows the longer time milling, the smaller the particle size, and ACS amounted to 0.9833 Å (0.09833 nm) with a FWHM 0.1557 rad.

Keywords: rattan, biomass, milling, nanoparticle

Abstrak

Ketersediaan biomassa rotan yang melimpah merupakan sumber daya alam kaya serat yang dihasilkan dari pengolahan rotan. Nanopartikel biomassa rotan merupakan pilihan material yang sangat potensial untuk dikembangkan dan diteliti lebih lanjut sebagai *filler* komposit yang memiliki sifat fisis mekanik lebih baik dari sintesis. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh nanopartikel serat alam dari biomassa rotan sebagai bahan penguat polipropilen (PP) menggunakan metode *milling* dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Hasil dari menggunakan metode *milling* dengan alat Herzong didapatkan waktu *milling* optimum 30 menit dengan rata-rata ukuran partikel 24.35 nm dalam rentang 15.49 - 48.99 nm melalui uji PSA yang menggunakan metode akumulasi distribusi jumlah (number), Morfologi permukaan nanopartikel serat kulit rotan menunjukkan semakin lama waktu *milling*, semakin kecil ukuran partikelnya, dan ACS sebesar 0.9833 Å (0.09833 nm) dengan FWHM 0.1557 rad.

Kata Kunci: rotan, biomassa, *milling*, nanopartikel

Diterima: 19 November 2015; Disetujui: 11 Maret 2016

Pendahuluan

Penggunaan serat sintetis pada keperluan industri saat ini mengalami peningkatan, hal ini tentunya menimbulkan permasalahan akan limbah anorganik yang semakin bertambah. Naiknya harga minyak mentah dunia dan persediaannya yang terbatas serta bahaya pemanasan global yang ditimbulkan mampu mendorong perubahan trend teknologi komposit yang ramah lingkungan (Sisworo 2009). Serat alam dapat digunakan sebagai pengganti serat sintetis yaitu sebagai penguat (*filler*) dalam material komposit, karena memiliki

beberapa keunggulan antara lain sifatnya yang dapat diperbarui, dapat didaur ulang serta dapat terbiodegradasi di lingkungan (Zimmermann *et al.* 2004). Di lain pihak, serat alam memiliki kelemahan terutama kemudahannya menyerap air dan kualitas yang tidak seragam (Oksman *et al.* 2003).

Rotan merupakan salah satu sumber hayati Indonesia, penghasil devisa negara yang cukup besar (Sisworo 2009). Berdasarkan data dari APRI (Asosiasi Pengusaha Rotan Indonesia) Tahun 2009 produksi rotan di Indonesia sebesar 174.386 ton/tahun, Tahun 2010 meningkat menjadi 690.000 ton/tahun, terakhir berdasarkan data yang

didapat Tahun 2012, produksi rotan di Indonesia mencapai 1 juta ton/tahun sedangkan kebutuhan di Indonesia hanya mencapai 240.000 ton/th atau 30% dari total produksi, maka biomassa rotan menumpuk di lingkungan tempat tinggal petani yang pemanfaatannya masih terbatas, saat ini petani menggunakannya sebagai ikat tali sayuran yang dijual di pasar, dimanfaatkan sebagai atap rumah petani rotan dan sisanya dibakar yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, terlebih lagi ekspor rotan secara ilegal masih berlangsung hingga hari ini yang tentunya sangat merugikan bagi pemerintah. Sementara itu biomassa rotan mencakup bagian yang lebih luas tidak hanya kulit tetapi potongan-potongan rotan dari tingkat industri yang merupakan bagian dari limbah yang kaya dengan serat dan melimpah di Indonesia yang dapat juga direkayasa menjadi *filler* dalam komponen bionanokomposit (Sisworo, 2009).

Teknologi pembuatan partikel nano menjadi sebuah fenomena baru yang penting dalam dunia rekayasa material karena manusia berusaha untuk mengintegrasikan suatu fungsi atau kerja dalam ukuran yang lebih kecil. Mengintegrasikan suatu fungsi mesin atau produk dalam ukuran yang lebih kecil bukan hanya berarti memperindahkannya tapi juga memperkecil energi yang dibutuhkan dan mempercepat proses serta menghemat biaya pekerjaan. Strategi pengembangan nanoteknologi harus diarahkan untuk mengelola dan memberikan nilai tambah secara signifikan bagi sumber daya alam Indonesia guna meningkatkan daya saing bangsa (persaingan global) sekaligus menambah pendapatan negara.

Berbagai macam metode akan terus dikembangkan seiring dengan kebutuhan nanopartikel dengan ukuran kurang dari 100 nm dan sekaligus mengubah sifat atau fungsinya (Rahul 2009; Wang et al. 2010). Berdasarkan data dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) tahun 2014 sebanyak 35% industri di Indonesia sudah menerapkan nanoteknologi, presentase ini meningkat jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya sebesar 20.3% (LIPI 2014). Berbagai riset nanomaterial telah dilakukan di berbagai lembaga penelitian dan di perguruan tinggi di Indonesia diantaranya tahun 2010 Fisika LIPI mengembangkan metoda *ultrasonic-milling* pada nanomaterial logam, *carbon nanotube* dikembangkan oleh PT BIN BATAN, FT UI mengembangkan alat sensor nano berbasis nano komposit magnet dengan *planetary ball mill*. Fisika ITB membuat lapisan nano pada bahan magnet dalam bentuk *quantum dot* partikel nano silika. Nanoteknologi rotan merupakan pilihan material yang sangat potensial untuk dikembangkan dan diteliti lebih lanjut sebagai *filler* pengganti serat sintetis.

Diperlukan penelitian yang lebih mendalam mengenai metode pembuatan nanopartikel

biomassa rotan guna menghasilkan produk nanopartikel biomassa rotan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan industri. Sementara itu penelitian terkait metode sintesa nanopartikel rotan telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu meliputi sintesa nanopartikel serat kulit rotan dengan metode ultrasonikasi (Nikmatin S. 2012) dan metode HEM (*High Energy Milling*) (Fery 2013). Diharapkan metode *milling* dengan variasi waktu 15, 30, dan 45 menit dapat menghasilkan nanopartikel biomassa rotan sebagai bahan penguat pada polimer yang melebihi penelitian pendahulu dalam hal produktivitas, ukuran partikel, dan sifat fisis. Dilakukan pengujian *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran nano, XRD untuk mengetahui kristalografi sampel dan SEM untuk mengetahui struktur morfologi mikro.

Bahan dan Metode

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah biomassa rotan dari Desa Madu Sari Pontianak Kalimantan Barat. Biomassa rotan dibersihkan dari sisa-sisa kotoran tanah, debu, duri dan dipotong-potong. Setelah biomassa rotan bersih, kemudian ditimbang sebagai massa awal, lalu dipanaskan pada suhu 80°C sampai 100°C selama 15 menit setelah itu dilakukan proses pengeringan. Pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan impuritas dan melunakkan jaringan non selulosa.

Serat yang dihasilkan diperkecil ukurannya dengan alat *disk milling* dan *shaker* hingga berukuran 75 mikrometer lalu dilanjutkan dengan proses pembuatan nanopartikel menggunakan alat *milling* herzong hingga diameter partikel mencapai < 100 nm. Herzong merupakan alat untuk memperkecil ukuran partikel dengan tumbukan, menggeser dan *milling*. Variasi waktu putaran herzong adalah 15, 30, dan 45 menit.

Nanopartikel yang telah dihasilkan melalui metode *milling* ini dilanjutkan dengan pengujian PSA untuk mengetahui ukuran nano, XRD untuk mengetahui data kualitatif dan kuantitatif kristalografi sampel, dan SEM untuk mengetahui morfologi mikro dan komposisi unsur sampel.

Pada penelitian pendahulu dengan menggunakan metode ultrasonikasi waktu optimum 3 jam (Nikmatin S. 2012) memperoleh nanopartikel berorde 20 nm dengan ukuran rata-rata partikel sebesar 146.3 nm, namun produktivitas yang dihasilkan rendah dan memiliki kadar air > 15%. Pada metode HEM waktu optimum 5 jam (Fery 2013) didapatkan ukuran rata-rata partikel sebesar 129.78 nm. Untuk itu melalui metode *milling* ini diharapkan menghasilkan produk nanopartikel biomassa rotan yang dapat meningkatkan kandungan selulosa, menurunkan kadar air serta meningkatkan sifat fisis.

Tabel 1. Hasil pengujian PSA metode Herzong.

	Ukuran nanopartikel (nm)		
	15 menit	30 menit	45 menit
Sebaran	56.25 – 467.86	15.49 – 48.99	389.15 – 851.36
Rata-rata	173.51	24.35	589.07

Hasil dan Pembahasan

Untuk mengetahui ukuran partikel selulosa kulit rotan hasil dari *hammer milling* digunakan analisa pendekatan PSA dan SEM. Alat Particle Size Analyser (PSA) yang digunakan memiliki skala pembacaan 0.6 nm – 7 µm, partikel didispersikan ke dalam media cair dan ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari partikel tunggal. Data ukuran partikel yang didapatkan berupa tiga distribusi yaitu *intensity*, *number* dan *volume distribution*, sehingga dapat diasumsikan menggambarkan keseluruhan kondisi sampel. Tabel 1 adalah hasil pengukuran PSA sintesa nanopartikel metode yang menunjukkan pengaruh lamanya waktu *milling* terhadap ukuran partikel, dimana serat kulit rotan menunjukkan semakin meningkatnya waktu *milling* ukuran partikel semakin kecil hingga waktu *milling* optimum 30 menit.

Sementara itu, meningkatnya waktu *milling* 45 menit menjadikan ukuran partikel membesar (Tabel 1). Hal ini disebabkan adanya aglomerasi sampel karena memiliki kadar air yang tinggi, sementara itu semakin lama waktu *milling*, maka panas dalam *holder* juga semakin meningkat sehingga beberapa kali proses harus dihentikan sesuai dengan SOP alat. Hal ini disebabkan karena adanya tumbukan dan gesekan antara logam dan partikel dalam *holder* selama proses *milling* (Gambar 1).

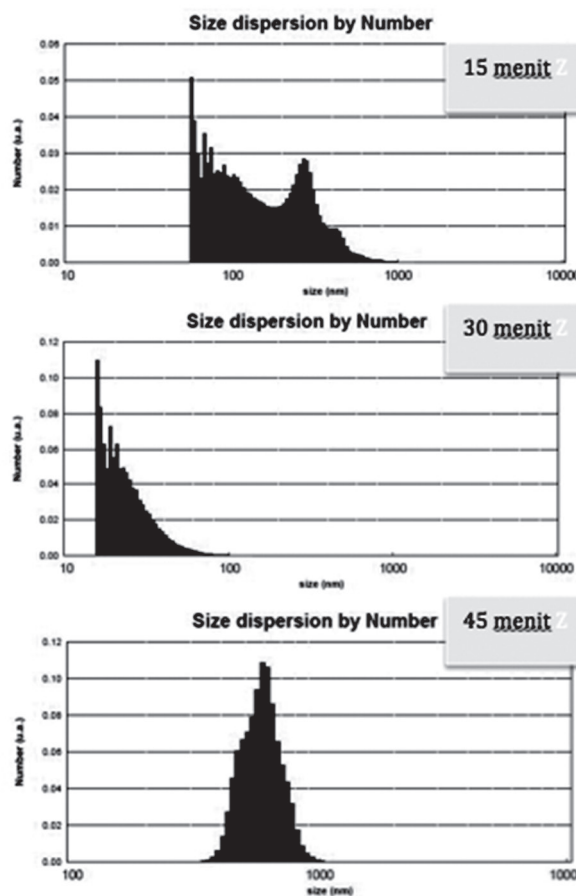
Pengujian kadar selulosa dengan metode Van Soest yang didasarkan atas keterikatannya dengan anion atau kation detergen menggunakan sistem netral untuk mengukur total serat atau serat yang tidak larut dalam detergen netral (NDF) dan sistem detergen asam digunakan untuk mengisolasi selulosa yang tidak larut dan lignin serta komponen yang berikat dengan keduanya (ADF). Pengujian kadar selulosa, lignin dan kadar air dengan menggunakan metode ADF-NDF dengan hasil kandungan kimia yang dimiliki adalah selulosa 37.38% dan lignin 22.19% dengan kadar air 3%.

Pengolahan data SEM berdasarkan deteksi elektron sekunder (pantul) dari permukaan cuplikan dimana elektron tidak menembus sampel tetapi hanya pantulan hasil dari tumbukan elektron dengan permukaan cuplikan yang ditangkap oleh detektor dan diolah menjadi gambar struktur obyek yang sudah diperbesar. Pada proses operasinya, SEM tidak memerlukan cuplikan yang ditipiskan, sehingga bisa digunakan untuk melihat obyek dari sudut pandang 3 dimensi. Morfologi permukaan nanopartikel serat kulit rotan menunjukkan

semakin lama waktu *milling*, semakin kecil ukuran partikelnya, meskipun belum tercapainya ukuran yang 100% homogen.

Gambar 2 menunjukkan hasil morfologi permukaan nanopartikel serat kulit rotan pada lama waktu *milling* 15, 30 dan 45 menit. Partikel awal berukuran 75 µm mengecil seiring dengan bertambahnya waktu *milling* hingga 30 menit, lalu mengalami penggumpalan berbentuk serat bulat memanjang pada *milling* 45 menit. Hal ini membuktikan bahwa selama proses *milling* telah terjadi fenomena kavitas yaitu pecahnya partikel mikro menjadi nano karena pengaruh gesekan dan tumbukan antar partikel kemudian menggumpal karena adanya peningkatan kadar air.

Homogen dan keteraturan dalam produksi nanomaterial sangatlah diharapkan karena akan menghasilkan sifat dan karakteristik (panas, listrik dan mekanik) yang optimal dan stabil dalam



Gambar 1. Grafik pengujian PSA berdasarkan metode cumulant distribusi jumlah (*number*) pada ukuran partikel variasi waktu *milling*.

Tabel 2. Atomic Crystal Size (ACS) nanopartikel biomassa rotan.

Sampel	2θ ($^{\circ}$)	Puncak Intensitas (cacahan)	FWHM (rad)	ACS (\AA)
15 menit	21.90	163	0.1603	0.9832
30 menit	22.02	188	0.1557	0.9833
45 menit	22.80	180	0.1741	0.9831

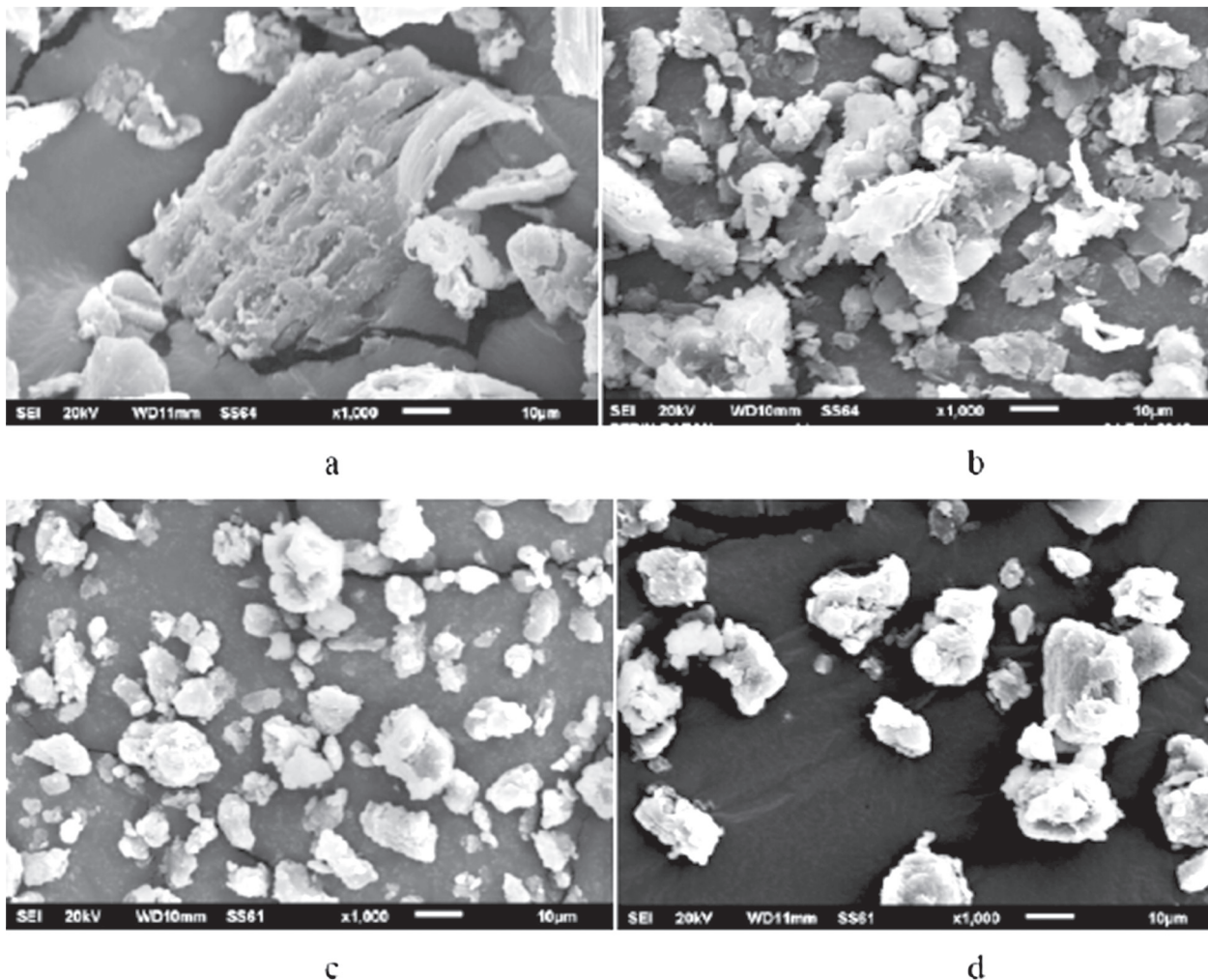
aplikasinya. Gaya yang diberikan selama proses *milling* dapat menghasilkan energi yang ditransfer ke partikel dan dapat menimbulkan proses kavitasi sehingga ukuran partikel menjadi lebih kecil berorde < 100 nm.

Setiap material memiliki batas elastisitas dalam menerima deformasi dari luar dan alat *milling* herzong dengan variasi waktu yang diberikan mampu untuk memberikan deformasi melebihi batas elastisitas serat sehingga partikel dapat pecah hingga berukuran nanometer. Sementara itu panas yang terjadi selama proses *milling* juga semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu *milling* dan atom-atom penyusun sampel memiliki suatu batas pengaturan atau penggabungan diri

kembali setelah mengalami getaran, kekosongan kisi dan ketidakaturan yang ditimbulkan oleh suhu, hal ini disebut dengan rekristalisasi.

Pengujian XRD dilakukan untuk mengidentifikasi fasa, struktur, dan ukuran kristal dalam suatu material. Berdasarkan persamaan Bragg, jika seberkas sinar X dijatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat pada sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkan.

Gambar 3 menunjukkan hasil karakterisasi XRD



Gambar 2. Morfologi SEM serat biomassa rotan variasi waktu *milling* 0 menit (a), 15 menit (b), 30 menit (c) dan 45 menit (d).

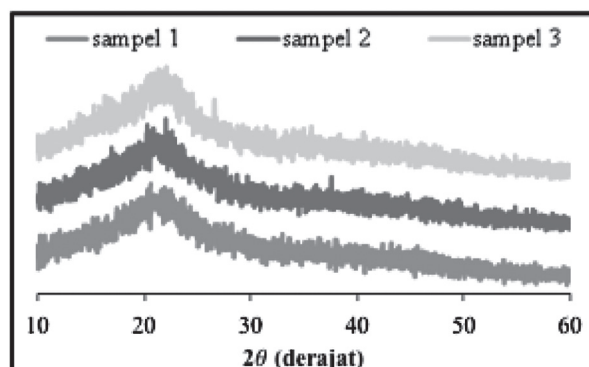
dari sampel dengan waktu *milling* 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Profil nanopartikel kulit rotan membentuk struktur kristal dan amorf. Puncak tertinggi nanopartikel metode *milling* 30 menit terletak pada $2\theta = 22.02^\circ$ dengan puncak intensitas sebesar 188 cacahan. Berdasarkan perhitungan nanopartikel kulit rotan yang didapat yang mendekati dengan literatur JCPDS adalah dengan waktu *milling* 30 menit, yaitu memiliki struktur monoklinik dengan parameter kisi $a = 7.87$, $b = 10.95$ dan $c = 10.90$ sedangkan literatur JCPDS mengatakan bahwa selulosa memiliki parameter kisi $a = 7.87$, $b = 10.13$ dan $c = 10.31$ (Gambar 4).

Menurut metode Scherer, ACS (*Atomic Crystal Size*) dapat diketahui dengan penentuan lebar dari setengah puncak (*Full Width a Half Maximum*, FWHM) dengan panjang gelombang sumber sinar-X dari Cu (tembaga) sebesar 1.5406 Å. Lebar FWHM dipengaruhi oleh ukuran kristal. Semakin lebar puncak yang terdeteksi semakin kecil nilai ukuran kristal. Berdasarkan perhitungan (Tabel 2) didapatkan bahwa ACS waktu *milling* 15 menit sebesar 0.9832 Å (0.09832 nm) dengan FWHM sebesar 0.1603 rad, ACS waktu *milling* 30 menit sebesar 0.9833 Å (0.09833 nm) dengan FWHM 0.1557 rad, sedangkan ACS waktu *milling* 45 menit sebesar 0.9831 Å (0.09831 nm) dengan FWHM sebesar 0.1741 rad.

Kristal yang sangat kecil akan menghasilkan puncak difraksi yang sangat lebar karena kristalinitas yang kecil memiliki bidang pantul sinar-x yang terbatas. Semakin kecil ukuran kristal suatu material maka FWHM semakin besar dan puncak intensitas semakin menurun.

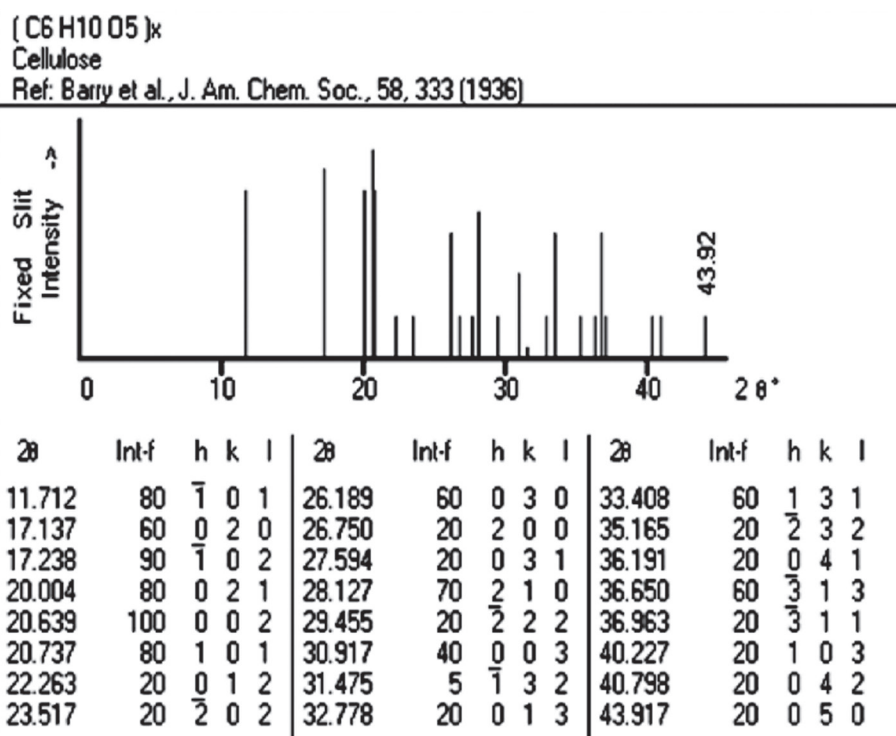
Simpulan

Gabungan metode *disk milling* dan herzong dapat digunakan untuk produksi nanopartikel serat dengan dicapainya waktu *milling* optimum 30 menit dan ukuran partikel 15.49 nm – 48.99 nm (rata-rata = 24.35 nm). Kandungan kimia yang dimiliki nanopartikel biomassa rotan dengan metode ADF-NDF adalah selulosa 37.38% dan lignin 22.19% dengan kadar air 3%. Morfologi mikro permukaan nanopartikel serat kulit rotan menunjukkan ukuran partikel semakin mengecil seiring dengan bertambahnya waktu *milling* hingga 30 menit, lalu mengalami penggumpalan berbentuk serat bulat memanjang pada *milling* 45 menit yang disebabkan karena adanya peningkatan kadar air. Pengujian XRD menunjukkan ACS waktu *milling* 15 menit sebesar 0.9832 Å (0.09832 nm) dengan FWHM



Gambar 3. Hasil Pengujian XRD nanopartikel biomassa rotan metode Herzong 15 menit (a), 30 menit (b) dan 45 menit (c).

03-0226	Quality:
CAS Number: 9004-34-6	
Molecular Weight: 0.00	
Volume[CD]: 697.05	
Dx:	Dm:
S.G.:	
Cell Parameters:	
a 7.87	b 10.31 c 10.13
α	β 122.0 γ
SS/FQM: F24=2(0.117, 96)	
I/Cor:	
Rad: CuKα1	
Lambda: 1.5406	
Filter:	
d-sp:	



Gambar 4. Data JCPDS Selulosa.

sebesar 0.1603 rad, ACS waktu *milling* 30 menit sebesar 0.9833 Å (0.09833 nm) dengan FWHM 0.1557 rad, sedangkan ACS waktu *milling* 45 menit sebesar 0.9831 Å (0.09831 nm) dengan FWHM sebesar 0.1741 rad.

Ucapan Terima Kasih

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga naskah jurnal ini berhasil diselesaikan, dengan judul Pengaruh *Milling* Variasi Waktu 15, 30, 45 Menit Pada Proses Sintesa Nanopartikel Biomassa Rotan. Terima kasih penulis ucapkan kepada Dr. Siti Nikmatin, Dr Ir irmansyah, Msi dan Dr Agus Sukanto selaku pembimbing. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta teman-teman, atas segala doa dan kasih sayangnya. Semoga jurnal ini dapat menjadi penuntun dalam penelitian serta bermanfaat.

Daftar Pustaka

Fery Nurdin, F. 2013. Pemanfaatan Serat Kulit Rotan Yang Disintesa Dalam Bentuk Nanopartikel Pada Aplikasi Bionanokomposit Dengan Metode *High Energy Milling* (Skripsi). Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB. Bogor.

[LIPI] Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2004. *Nanoteknologi: Teknologi Masa Depan*. Jakarta.

Nikmatin, S. 2012. Bionanokomposit *filler* nanopartikel serat kulit rotan sebagai material pengganti komposit sintesis *fiber glass* pada komponen kendaraan bermotor. (Disertasi). Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.

Oksman, K., M. Skrifvas, J.F. Selin. 2003. Natural Fibers as Reinforcement in Polyactid Acid (PLA) Composites. *Composites Science Technology*, 63:1317-1324.

Rahul, S., O. Resto, R.S. Kahyar. 2009. Effect of nanocrystallinity on the electrochemical performance of LiMn. Cathode. *J of REnuable and Sustainable Energy*, 23:95-103.

Sisworo, S. 2009. Pengaruh Penggunaan serat kulit rotan sebagai penguat pada komposit polimer dengan matriks polyester yucalac 157 terhadap kekuatan tarik dn tekuk. *Jurnal Teknik*, 30: 3-10.

Zhang, T., W. Wang, D. Zhang, X. Zhang, M. Yurong. 2010. Biotemplated synthesis of gold nanoparticle–bacteria cellulose nanofiber nanocomposites and their application in biosensing. *J. Advanced Functional Materials*, 20, 1152-1160.

Zimmermann, T. E. Pohler, T. Geiger. 2004. Cellulose Fibrils for Polymer Reinforcement. *Advanced Engineering Science*, 6(9):754-761.