



“Tema: 3 (pangan, gizi, dan kesehatan)”

KARAKTERISASI SERAT NANOSELULOSA DARI KULIT UBI KAYU DENGAN METODE ASAM

Oleh

Rumpoko Wicaksono dan Nur Wiyanti
Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman
rumpoko.wicaksono@unsoed.ac.id

ABSTRAK

Nanoselulosa telah diekstraksi dari kulit ubi kayu dengan tujuan untuk mempelajari sifat nanoselulosa yang dihasilkan. Nanoselulosa diperoleh melalui metode asam. Metode ekstraksi nanoselulosa dengan perlakuan asam pada kulit ubi kayu dapat menghasilkan nanoselulosa dengan diameter ± 600 nm (perlakuan asam 20 menit) dan diameter ± 33 nm (perlakuan asam 40 menit). Kestabilan suspensi nanoselulosa yang dihasilkan dari perlakuan asam 40 menit lebih tinggi (-8,16 mV) dibandingkan dengan perlakuan 20 menit (-5,39 mV). Peningkatan durasi perlakuan asam dapat meningkatkan kristalinitas nanoselulosa.

Kata kunci: *nanoselulosa, kulit ubi kayu, metode asam*

ABSTRACT

Nanocellulose has been extracted from cassava skin with the aim of studying the properties of the nanocellulose produced. Nanocellulose is obtained through the acid method. Nanocellulose extraction method with acid treatment on cassava peel can produce nanocellulose with a diameter of ± 600 nm (20 minutes acid treatment) and diameter ± 33 nm (40 minutes acid treatment). The stability of the nanocellulose suspension resulting from acid treatment of 40 minutes was higher (-8.16 mV) compared to the treatment of 20 minutes (-5.39 mV). Increasing the duration of acid treatment can increase the crystallinity of nanocellulose.

Key words: nanocellulose, cassava skin, acid method

PENDAHULUAN

Pemanfaatan serat alam berupa selulosa hingga kini menarik perhatian terutama bagi kalangan industri, terkait dengan berbagai keunggulannya, baik dari segi ekonomi, teknis, dan lingkungan. Serat selulosa memiliki bobot jenis yang ringan, namun mampu menghasilkan kekuatan yang tinggi sebagai bahan penguat komposit, antara lain sebagai penguat komposit polietilen (Prachayawarakorn *et al.*, 2010) dan bioplastik, seperti komposit pati termoplastik (Teixeira *et al.*, 2009).



Selulosa dapat dibuat dari kapas dan *pulp* kayu (Widyaningsih dan Radiman, 2007). Namun, penggunaan kapas dan *pulp* kayu dibatasi oleh kepentingan industri lain, sehingga perlu alternatif penggunaan bahan lain, terutama berasal dari limbah yang kaya kandungan selulosanya. Sebagai contoh, limbah industri pertanian yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku selulosa asetat antara lain kulit biji kapas (Chang *et al.*, 2010), tandan kosong kelapa sawit (Bahmid *et al.*, 2013; Gaol *et al.*, 2013), dan limbah pengolahan agar (Nurhayati dan Kusumawati, 2014).

Kulit ubi kayu dapat dianggap sebagai sumber selulosa yang cukup penting. Produksi ubi kayu nasional pada tahun 2013 mencapai 23.936.921 ton (KEMENTAN, 2015). Proporsi kulit ubi kayu sekitar 20% dari umbi ubi kayu (Fauzi *et al.*, 2008). Kulit ubi kayu mengandung 27,20% serat kasar (Mirwandhono *et al.*, 2006).

Perubahan serat menjadi serat berukuran nano menarik untuk diteliti, sehubungan dengan adanya sifat atau fenomena baru yang muncul terkait dengan perubahan beberapa sifat, antara lain sifat dispersinya dan peningkatan luas permukaan partikel, sehingga memfasilitasi terbentuknya interaksi yang lebih besar dengan bahan lain (Lin *et al.*, 2009). Sehubungan dengan hal tersebut, terbuka peluang untuk memanfaatkan limbah hasil industri pertanian yang kaya selulosa untuk direkayasa menjadi serat nanoselulosa dengan harapan dapat meningkatkan daya guna bahan yang dihasilkan.

Beberapa metode dapat ditempuh dalam mendapatkan serat nanoselulosa, meliputi perlakuan kimia dan mekanis. Perbedaan perlakuan dapat berpengaruh terhadap kemurnian serat, ukuran, maupun karakter serat yang dihasilkan. Oleh karena itu, Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari karakter serat nanoselulosa dari kulit ubi kayu melalui metode perlakuan asam.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi kulit ubi kayu, natrium klorit (NaClO_2), asam sulfat (H_2SO_4), dan akuades. Alat utama ekstraksi yang digunakan meliputi *hot plate stirrer*, *centrifuge*, termometer, dan *high velocity mixer* Tokebi®. Instrumen pengujian yang digunakan meliputi *Transmission Electron Microscope* (TEM), *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Particle Size Analyzer* (PSA), *X-ray Diffractometer* (XRD), dan *Unviersal Testing Machine*.

Prosedur Percobaan

Isolasi nanoserat selulosa dilakukan dengan mengacu prosedur Abe dan Yano (2009) yang telah dimodifikasi oleh Wicaksono *et al.* (2013). Ekstraksi nanoserat selulosa dari kulit ubi kayu pada prinsipnya dilakukan dengan cara pengecilan ukuran kulit menjadi bubuk 60 mesh, selanjutnya di-*dewaxing* untuk menghilangkan lapisan lilin pada permukaan kulit dengan campuran toluen dan etanol (2:1) selama 6 jam. Selanjutnya, bahan di-*bleaching* dengan NaClO_2 (70 °C, 1 jam) untuk



menghilangkan kromofor agar warna serat lebih putih dan untuk mendegradasi lignin serat. Tahap selanjutnya, bahan diberi perlakuan asam dengan menggunakan H_2SO_4 6,5 M dengan variasi waktu 20 dan 40 menit pada suhu 60 °C) untuk melarutkan hemiselulosa dan pektin. Bahan tersebut selanjutnya dicuci sampai pH mendekati netral, selanjutnya diberi perlakuan mekanis menggunakan *high velocity mixer* (23.000 rpm, 10 menit) untuk mendisintegrasi agregat serat selulosa menjadi nanoselulosa.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati meliputi:

- Pengamatan mikroskopis

Pengamatan mikroskopis serat nanoselulosa diamati dalam bentuk suspensi menggunakan TEM

- Pengukuran *zeta potential*

Kestabilan serat nanoselulosa diukur dengan mengamati nilai *zeta potential*, yang diukur menggunakan instrumen PSA.

- Derajat kristalinitas

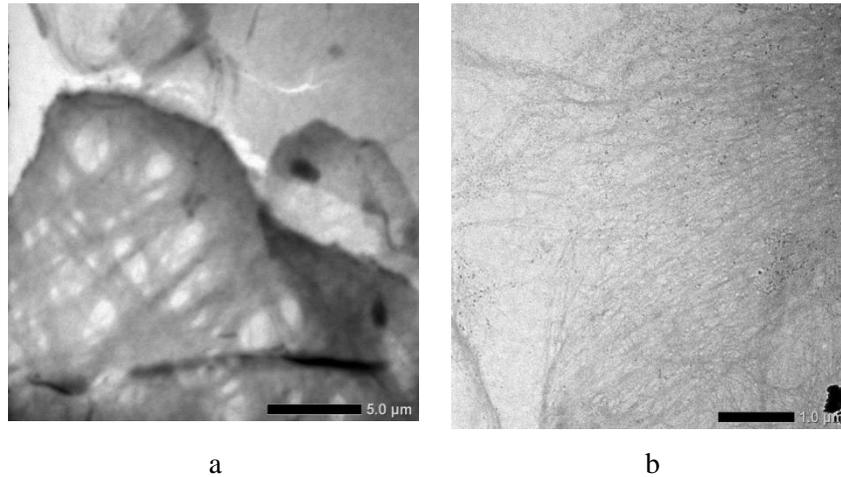
Kristalinitas serat nanoselulosa dideteksi dengan menggunakan instrumen XRD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi nanoselulosa

Perlakuan asam yang diterapkan pada kulit ubi kayu selama 20 menit menghasilkan serat berdiameter ± 600 nm, sedangkan selama 40 menit menghasilkan serat berdiameter ± 33 nm (Gambar 1). Diameter serat di bawah 100 nm sudah dapat digolongkan sebagai nanoselulosa. Diameter nanoselulosa yang dihasilkan pada penelitian dengan perlakuan asam selama 40 menit ini tampak mendekati nanoselulosa yang diperoleh dari ampas tapioka (Wicaksono *et al.*, 2013), yaitu sebesar 20-30 nm. Perbedaan ini diduga karena perbedaan sumber asal nanoselulosa. Ampas tapioka merupakan sisa ekstraksi pati ubi kayu, yang berasal dari bagian bahan yang dapat dimakan, sedangkan nanoselulosa yang diperoleh dari penelitian ini berasal dari kulit ubi kayu yang merupakan bagian kulit dengan struktur yang lebih kuat. Struktur yang kuat menyebabkan diperlukan perlakuan tertentu untuk mendisintegrasi nanoselulosa menjadi ukuran yang lebih kecil lagi. Teixeira *et al.* (2009) menggunakan asam sulfat untuk menghidrolisis serat dari ampas tapioka, menghasilkan nanoselulosa berdiameter 2–11 nm, dengan panjang 360-1.700 nm.

Nanoselulosa yang dihasilkan dari penelitian ini tampak panjang seperti benang, sehingga dapat digolongkan sebagai *nanofibrils*. Panjang *nanofibrils* pada umumnya >1.000 nm, sedangkan panjang *nanowhiskers* sekitar 100-600 nm, dan berbentuk mirip batang kecil (Siró dan Plackett, 2010).



Gambar 1. Pengamatan morfologi serat kulit ubi kayu dengan perlakuan asam: a) 20 menit (perbesaran 1.200 X) dan b) perlakuan asam 40 menit (perbesaran 2.500 X).

Zeta potential nanoselulosa

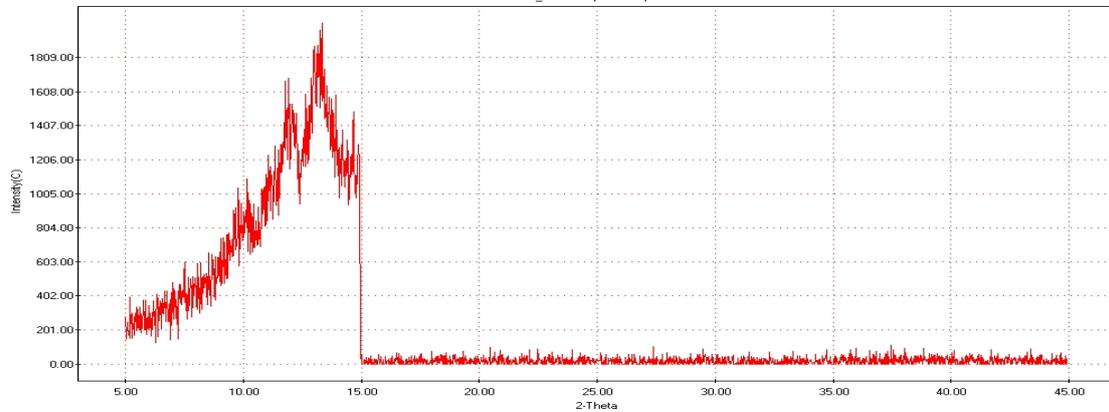
Kestabilan suspensi nanopartikel dapat diketahui dari nilai *Zeta potential* (ZP). Suspensi digolongkan stabil jika nilai ZP-nya tinggi, yang menunjukkan bahwa kapasitas dispersinya tinggi (Elanthikkal *et al.*, 2010). Kemampuan dispersi yang tinggi ini terjadi jika beda potensial antarpermukaan partikel dalam suspensi tinggi, sehingga terjadi gaya tolak-menolak yang kuat antarpartikel. Apabila nilai ZP-nya rendah, maka partikel cenderung mengalami flokulasi.

Hasil pengukuran ZP memperlihatkan bahwa ZP nanoselulosa dengan perlakuan asam selama 40 menit menunjukkan nilai ZP (-8,16 mV) yang lebih besar dibandingkan 20 menit (-5,39 mV). Hal ini menunjukkan bahwa makin intensif perlakuan asam yang diberikan, nilai ZP-nya meningkat. Artinya, terjadi peningkatan kestabilan dispersi nanoserat selulosa dalam sistem koloid. Materi berukuran besar yang terdispersi dalam suatu sistem koloid umumnya memiliki muatan listrik permukaan yang rendah, menyebabkan gaya tolak-menolak antarpermukaan yang rendah, sehingga mudah saling menggabung membentuk materi yang lebih besar (terjadi aglomerasi) serta lebih mudah mengendap (Elanthikkal *et al.*, 2010).

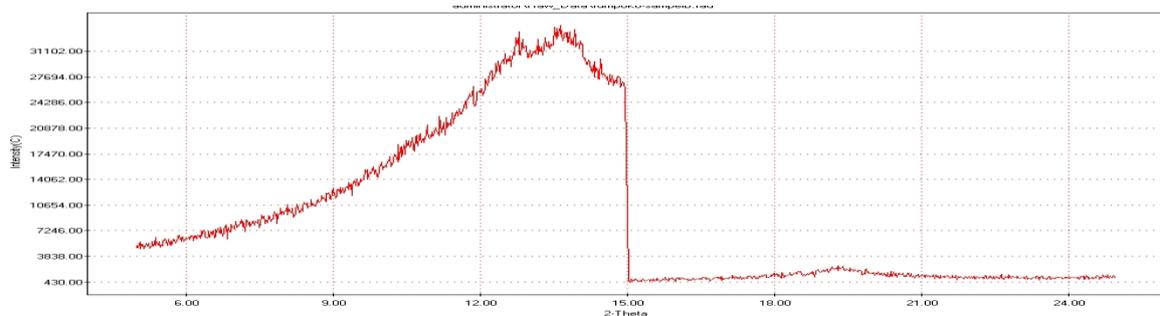
Difraksi sinar X nanoserat selulosa

Pola difraksi sinar X bubuk kulit ubi kayu sebelum perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2. Pola difraktogram memperlihatkan puncak utama pada $2\theta = 14^\circ$. Hal yang sama juga ditemui pada bubuk kulit ubi kayu yang sudah diberi perlakuan asam (Gambar 3). Perbedaannya adalah, intensitas puncak setelah perlakuan kimiawi dan mekanis tampak lebih tinggi. Puncak difraksi tertinggi ditunjukkan oleh difraktogram nanoselulosa hasil perlakuan asam selama 40 menit. Perubahan pada intensitas puncak difraksi menunjukkan terjadi perubahan pada struktur kristal atau keteraturan rantai molekul selulosa setelah pengeringan (Elanthikkal *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2011). Intensitas puncak difraksi yang berkaitan dengan peningkatan sifat kristalinitas bahan. Kristalinitas yang tinggi

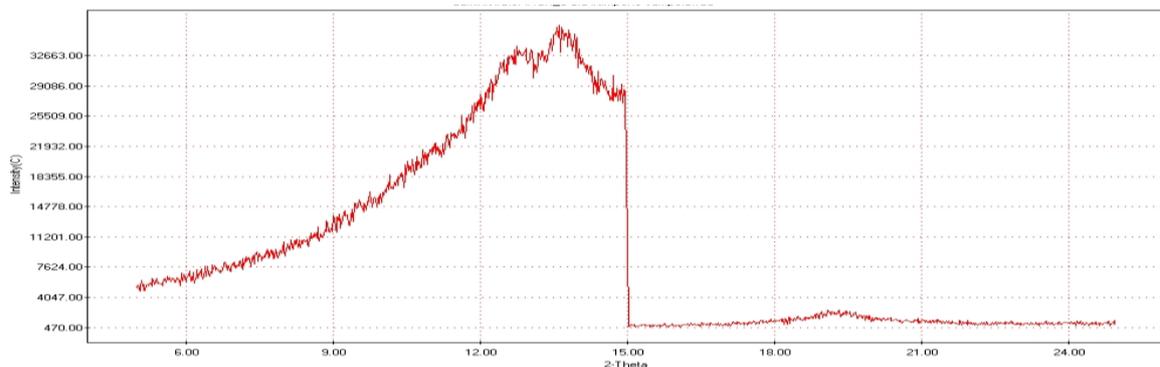
mencirikan susunan rantai polimer dalam bahan tersusun secara teratur atau kisi-kisi kristal lebih sempurna (Lu dan Hsieh, 2010).



Gambar 2. Difraktogram bubuk kulit ubi kayu.



A



B

Gambar 3. Difraktogram nanoselulosa dari kulit ubi kayu setelah perlakuan asam selama 20 menit (A) dan perlakuan asam selama 40 menit.

Perlakuan kimiawi diarahkan untuk menghilangkan hemiselulosa, lignin, pektin, yang merupakan komponen serat yang berkontribusi terhadap bagian amorf serat (Morán *et al.*, 2008). Bagian amorf lebih mudah terhidrolisis dibandingkan dengan bagian kristalin, sehingga perlakuan hidrolisis secara kimiawi menyebabkan serat menjadi lebih kristalin (Elanthikkal *et al.*, 2010).



Peningkatan durasi perlakuan asam menghasilkan puncak difraksi yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan peningkatan kristalinitas nanoselulosa akibat luas permukaan serat secara total menjadi besar, sehingga memfasilitasi terbentuknya interaksi yang lebih besar antarserat, maupun dengan bahan lain (Liang dan Pearson, 2009).

KESIMPULAN

Metode ekstraksi nanoselulosa dengan perlakuan asam pada kulit ubi kayu dapat menghasilkan nanoselulosa dengan diameter ± 600 nm (perlakuan asam 20 menit) dan diameter ± 33 nm (perlakuan asam 40 menit). Kestabilan suspensi nanoselulosa yang dihasilkan dari perlakuan asam 40 menit lebih tinggi (-8,16 mV) dibandingkan dengan perlakuan 20 menit (-5,39 mV). Peningkatan durasi perlakuan asam dapat meningkatkan kristalinitas nanoselulosa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Universitas Jenderal Soedirman yang telah mendukung pendanaan penelitian ini melalui skema Riset Peningkatan Kompetensi 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, K. & H. Yano H. 2009. Comparison of the Characteristics of Cellulose Microfibril Aggregates of Wood, Rice Straw and Potato Tuber. *Cellulose* 16: 1017 – 1023
- Chang, P. R., R. Jian, P. Zheng, J. Yu, & X. Ma. 2010. Preparation and Properties of Glycerol Plasticized-Starch (GPS)/Cellulose Nanoparticle (CN) Composites. *Carbohyd Polym* 79: 301 – 305
- Chen, W., H. Yu, Y. Liu, P. Chen, M. Zhang, & Y. Hai. 2011. Individualization of Cellulose Nanofibers from Wood Using High-Intensity Ultrasonication Combined with Chemical Pretreatments. *Carbohyd Polym* 83: 1804 – 1811
- Elanthikkal, S., U. Gopalakrishnanpanicker, S. Varghese, & J. T. Guthrie. 2010. Cellulose Microfibres Produced from Banana Plant Wastes: Isolation and Characterization. *Carbohyd Polym* 80: 852 – 859
- Fauzi, A. M., A. Rahmawakhida, & Y. Hidetoshi. 2010. Kajian Produksi Bersih di Industri Kecil Tapioka: Kasus Kelurahan Ciluar, Kecamatan Bogor Utara. *J Tek Ind Pert* 18(2): 60 – 65
- [KEMENTAN] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2014. Basis Data Statistik Pertanian. <http://aplikasi.deptan.go.id/bdsp/hasilKom.asp>. Diakses pada 19 April 2014.
- Liang, Y. L., & R. A. Pearson. 2009. Toughening Mechanisms in Epoxy-Silica Nano-Composites (ESNs). *Polymer* 50: 4895 – 4905



- Lin, O. H., Z. A. M. Ishak, & H. M. Akil. 2009. Preparation and Properties of Nanosilica-Filled Polypropylene Composites with PP-Methyl POSS as Compatibiliser. *Mater Design* 30: 748 – 751
- Lu, P., & Y. L. Hsieh. 2010. Preparation and Properties of Cellulose Nanocrystals: Rods, Spheres, and Network. *Carbohydr Polym* 82: 329 – 336
- Morán, J. I., V. A. Alvarez, V. P. Cyraz, & A. Vázquez. 2008. Extraction of Cellulose and Preparation of Nanocellulose from Sisal Fibers. *Cellulose* 15: 149 – 159
- Mirwandhono, E., I. Bachari, & D. Situmorang. 2006. Uji Nilai Nutrisi Kulit Ubi Kayu yang Difermentasi dengan *Aspergillusniger*. *J Agribisnis Peternakan* 2(3): 91 – 95
- Prachayawarakorn, J., P. Sangnitdej, & P. Boonpasith. 2010. Properties of Thermoplastic Rice Starch Composites Reinforced by Cotton Fiber or Low-Density Polyethylene. *Carbohydr Polym* 81: 425 – 433
- Siró, I., & D. Plackett. 2010. Microfibrillated Cellulose and New Nanocomposite Materials: A Review. *Cellulose* 17: 459 – 494
- Teixeira, E. M., D. Pasquini, A. A. S. Curvelo, E. Corradini, M. N. Belgacem, & A. Dufresne. 2009. Cassava Bagasse Cellulose Nanofibrils Reinforced Thermoplastic Cassava Starch. *Carbohydr Polym* 78: 422 – 431
- Wicaksono, R., K. Syamsu, I. Yuliasih, & M. Nasir. 2013. Cellulose Nanofibers from Cassava Bagasse: Characterization and Application on Tapioca-Film. *Chem Mat Res* 3(13): 79 – 87