

OPTIMASI SIFAT MEKANIS SELULOSA KRISTALIN DARI SERBUK BATANG SAWIT BERDASARKAN WAKTU HIDROLISIS ASAM

Sajariah^a, Mariana B. Malino^{a*}, Boni P. Lapanporo^a

^aProdi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, ^bLaboratorium Fisika Lanjut, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

*Email: marianamalino9@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang optimasi sifat mekanis dan daya serap air serta analisis struktur selulosa kristalin dari serbuk batang sawit dengan variasi waktu hidrolisis selama 20 menit, 30 menit, 37,5 menit, 45 menit dan 90 menit. Isolasi selulosa dilakukan melalui proses ekstraksi menggunakan air panas dengan suhu 80 °C-90 °C serta dengan penambahan NaOH dan Na₂S, proses *bleaching* menggunakan hipoklorit 30% dan hidrolisis asam menggunakan HCl 37% dengan perbandingan asam:selulosa yaitu 8:1. Parameter mekanis isolasi selulosa kristalin diuji menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*). Nilai optimum diperoleh saat hidrolisis selama 20 menit dengan kekuatan tarik 19,6 kPa, kekuatan putus 13,9 kPa dan modulus elastisitas 0,5417 MPa.

Kata kunci: *Hidrolisis, Selulosa kristalin, Sifat mekanis*

1. Latar Belakang

Luas perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Barat pada tahun 2014 mencapai 1.060.250 Ha dengan total jumlah batang sawit yaitu 140 batang perhektar [1]. Batang kelapa sawit merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku pembuatan plafon [2] dan pembuatan papan partikel [3].

Selain dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan papan partikel, limbah batang kelapa sawit yang mengandung lignoselulosa dapat juga dijadikan sebagai selulosa kristalin [4]. Selulosa kristalin dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti dalam bidang industri dan pangan. Di bidang industri selulosa kristalin dapat digunakan sebagai pengganti material pengisi *carbon black*, sedangkan di bidang pangan digunakan sebagai pembungkus makanan [5].

Kekuatan tarik adalah salah satu uji tegangan-regangan mekanis yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan ketahanan material terhadap gaya tarik. Selain itu kekuatan tarik juga menunjukkan kemampuan untuk menerima beban atau tegangan tanpa menyebabkan material menjadi rusak atau putus [6]. Kekuatan putus dapat ditentukan dengan membagi beban pada saat benda uji putus dengan luas permukaan awal. Pada bahan ulet kekuatan putus lebih kecil dari pada kekuatan maksimum dan pada bahan getas kekuatan putus sama dengan kekuatan maksimum. Modulus elastisitas didefinisikan sebagai ukuran kekakuan suatu material, semakin kecil regangan elastis yang terjadi maka semakin kaku material tersebut. Tegangan

yang diperlukan untuk menghasilkan suatu regangan tertentu bergantung pada sifat bahan tersebut [7].

Penelitian yang telah dilakukan oleh Sudirman tentang analisis derajat kristalinitas terhadap sifat kekuatan tarik pada komposit polimer polipropilena-pasir menghasilkan nilai derajat kristalinitas yang berbanding lurus terhadap sifat kekuatan tarik [8]. Derajat kristalinitas akan semakin meningkat seiring penurunan waktu hidrolisis [9]. Sedangkan penelitian yang telah dilakukan oleh Arini *dkk* menganalisis sifat mekanis selulosa kristalin dari campuran beberapa serbuk kayu yang menghasilkan kekuatan tarik. Kekuatan putus dan modulus elastisitas cenderung berbanding terbalik terhadap waktu hidrolisis asam dengan nilai kekuatan tarik optimum sebesar 20,09 KPa, kekuatan putus optimum sebesar 17,64 kPa dan modulus elastisitas optimum sebesar 1,3393 Mpa [10]. Setiani *dkk* juga telah menganalisis morfologi pada pati sukun-kitosan dengan nilai kekuatan tarik optimum sebesar 16,34 MPa dan modulus elastisitas optimum sebesar 2,72 MPa [11].

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan penelitian yaitu mengetahui pengaruh waktu hidrolisis asam terhadap sifat mekanis selulosa kristalin dengan memanfaatkan serbuk batang kelapa sawit sebagai sumber selulosa kristalin agar dapat mengurangi limbah yang terbuang, dengan memvariasikan waktu hidrolisis yang digunakan yaitu 20 menit, 30 menit, 37,5 menit, 45 menit dan 90 menit.

2. Metodologi

Alat-alat yang digunakan pada penelitian yaitu ayakan 200 mesh, *flexure machine*, gelas ukur, *grindstone machine*, kertas saring, neraca digital, oven, sentrifugator dan *Universal Testing machine*. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian adalah akuades, hipoklorit teknis 30%, *hydrochloric acid* (HCl) p.a. 37%, natrium hidroksida (NaOH) p.a., natrium sulfat (Na₂S) p.a. dan serbuk batang sawit.

Proses pengekstraksian serbuk batang sawit menggunakan perendaman dengan air panas pada suhu 80°C-90°C, kemudian prosedur kerja dalam proses ekstraksi yang lebih lanjut merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh Arini *dkk*, mulai dari proses *bleaching*, hingga sampai proses hidrolisis menggunakan HCl 3,1 M, dengan perbandingan asam:selulosa yaitu 8:1 dan variasi waktu pengadukan adalah 20 menit, 30 menit, 37,5 menit, 45 menit dan 90 menit. Lalu dilanjutkan dengan pembuatan lembaran selulosa kristalin [10].

Pengujian mekanis

Kekuatan tarik dihitung dengan persamaan (1) [7].

$$\sigma_y = \frac{F_{\max}}{A} \quad (1)$$

Dengan :

σ_y = kekuatan tarik (N/m²)

F_{\max} = gaya beban maksimum (N)

A = luas permukaan (m²)

Kekuatan putus dihitung dengan persamaan (2).

$$TS = \frac{F_{\text{breaking}}}{A_0} \quad (2)$$

Dengan:

TS = *Tear Strength* (N/m²)

F_{breaking} = Beban saat benda uji putus (N)

A_0 = Luas Permukaan Awal (m²)

Tegangan dihitung dengan persamaan (3).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3)$$

Dengan:

σ = Tegangan (N / m²)

F = Gaya beban (N)

A = Luas penampang (m²)

Regangan dihitung dengan persamaan (4).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (4)$$

Dengan:

ε = Regangan

ΔL = Pertambahan Panjang (m)

L_0 = Panjang Mula-mula (m)

Modulus elastisitas dihitung dengan persamaan (5).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (5)$$

Dengan:

E = modulus elastisitas (N/m²).

σ = tegangan (N/m²)

ε = regangan

3. Hasil dan Pembahasan

Kekuatan tarik merupakan besar tegangan maksimum yang didapatkan dalam uji tarik dan diperoleh berdasarkan persamaan 1. Hasil kekuatan tarik selulosa kristalin dari serbuk batang sawit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kekuatan tarik selulosa kristalin

Waktu Hidrolisis (menit)	T _y (kPa)
20	19,6
30	18,7
37,5	17,2
45	16,3
90	15,5
Serat	14,7

Kekuatan tarik optimum dihasilkan pada hidrolisis selulosa kristalin 20 menit dengan nilai kekuatan tarik 19,6 kPa. Semakin singkat waktu hidrolisis akan menghasilkan ketahanan selulosa kristalin terhadap beban dari luar yang lebih tinggi dan struktur rantai selulosa yang teratur.

Tabel 2. Kekuatan putus selulosa kristalin

Waktu Hidrolisis (menit)	T _s (kPa)
20	13,9
30	13,1
37,5	12,3
45	9,8
90	8,2
Serat	6,5

Nilai kekuatan putus mengalami peningkatan saat waktu hidrolisis semakin singkat. Nilai optimum yang dihasilkan dari kekuatan putus sebesar 13,9 kPa saat hidrolisis 20 menit, hal tersebut diduga karena semakin tinggi keteraturan pada susunan rantai selulosa menyebabkan kemampuan bahan semakin besar untuk menahan gaya *breaking*.

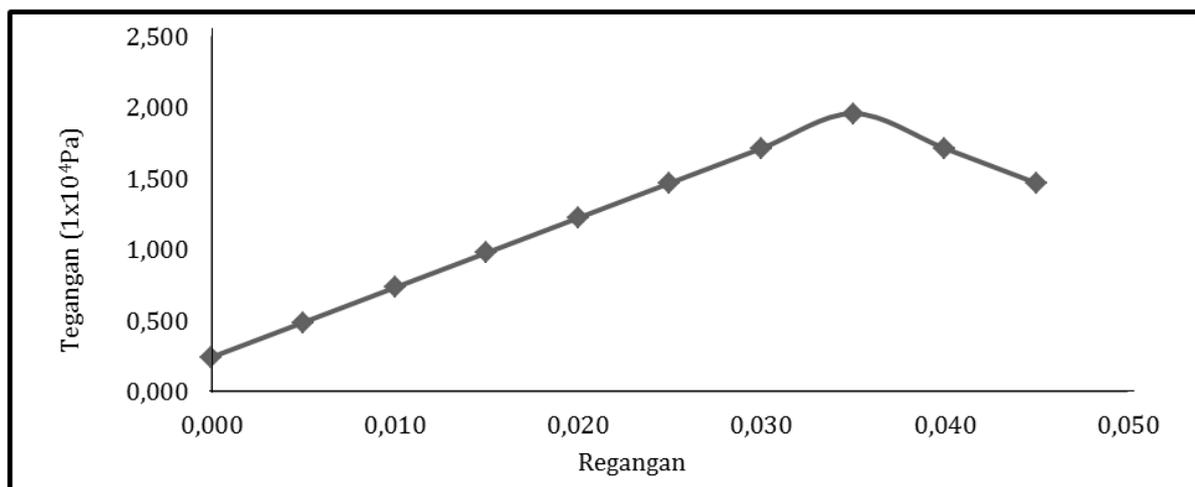
Modulus elastisitas mengacu pada ukuran kekakuan bahan, padamana bahan yang bersifat kristal memiliki tingkat kekakuan yang lebih tinggi. Semakin singkat waktu hidrolisis yang diberikan semakin tinggi pula tingkat kekakuan bahan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Nilai modulus elastisitas yang optimum yaitu 0,5417 MPa saat hidrolisis 20 menit. Modulus elastisitas cenderung mengalami peningkatan seiring pengurangan waktu hidrolisis.

Tabel 3. Modulus elastisitas selulosa Kristalin dari serbuk batang sawit

Waktu Hidrolisis (menit)	σ Rerata (kPa)	ϵ Rerata	E Rerata (MPa)
20	11,8	0,02	0,5417
30	11,7	0,02	0,5376
37,5	11,19	0,022	0,5317
45	10,3	0,02	0,5101
90	9,9	0,02	0,4913
Serat	9,5	0,02	0,4911

Hasil penentuan sifat mekanis selulosa kristalin dengan uji tarik menggunakan *universal testing machine* dapat berupa kurva karakteristik tegangan terhadap regangan.



Gambar 1. Grafik karakteristik tegangan-regangan selulosa kristalin dari serbuk batang sawit

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa nilai parameter mekanis selulosa kristalin cenderung berbanding terbalik terhadap waktu hidrolisis asam. Nilai optimum diperoleh dari hasil hidrolisis 20 menit, yaitu dengan nilai kekuatan tarik sebesar 19,6 kPa, kekuatan putus sebesar 13,9 kPa dan modulus elastisitas sebesar 0,5417 MPa.

Gambar 1 merupakan salah satu kurva tegangan terhadap regangan dari hasil penelitian yang dilakukan pada selulosa kristalin yaitu untuk waktu hidrolisis 20 menit. Hasil kekuatan tarik selulosa kristalin diperoleh dari titik tegangan maksimum yaitu 0,0196 MPa sedangkan kekuatan putus diperoleh dari titik tegangan selulosa kristalin saat putus yaitu 0,0147 MPa serta nilai modulus elastisitas yang diperoleh sebesar 0,0490 MPa. Menurut Arini *dkk* kekuatan tarik pada selulosa kristalin dapat ditentukan dengan mengetahui titik tegangan maksimum, sedangkan kekuatan putus dapat ditentukan dengan mengetahui titik tegangan pada saat selulosa kristalin tersebut putus [10]. Rentang antara nilai kekuatan tarik dan kekuatan putus merupakan daerah yang mulai mengalami retakan. Sedangkan titik maksimum merupakan nilai tegangan ketika selulosa kristalin mulai terjadi deformasi plastis [10].

Daftar Pustaka

- [1] BPS. Potensi Kelapa Sawit di Kalimantan Barat 2015. Kalimantan Barat; 2015.
- [2] Klemperer D, Sperling LH, Utracki LA. Interpenetrating Polymer Networks, *Advances in Chemistry Series 293*. In American Chemical Society; 1994; Washington DC.
- [3] Lubis AU, Guritno P, Darnoko. Prospek Industri Dengan Bahan Baku Limbah Padat Kelapa Sawit di Indonesia. *Jurnal industri tekstil. Berita PKKS 2*; Medan. 1994 Vol 2-3, hal 203-209.

- [4] Hermiati E, Mangunwidjaja, Candra ST, Suparno O, Prasetya B. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2010; 24: p. 121-130.
- [5] Kamel SN, Ali J, Shah SM, El-Gendy AA. Pharmaceutical Significance of Cellulose : A Review, *Express Polymer Letters*. 2008; 2(11): p. 758-778.
- [6] Trisna H, Mahyudin A. Analisis Sifat Fisis Dan Mekanik Papan Komposit Gypsum Serat Ijuk Dengan Penambahan Boraks (Dinatrium Tetraborat Decahydrate). *Jurnal Fisika Unand*. 2012; 1, No. 1(2302-8491). P.30-36.
- [7] WA N. *Schaum's Outline of Theory and Problems of Strength of Materials*. 4th ed. McGraw-Hil: Inc; 1998.
- [8] Sudirman. Analisis Sifat Kekuatan Tarik, Derajat Kristalinitas dan Struktur Mikro Komposit Polimer Polipropilena-Pasir. *Jurnal Indonesia*. 2004;(1411-1098): p. 1-6.
- [9] Rosa M, ES MJ, Malmonge D Wood, LHC, Mattoso, WJ, Orts. & SH, Imam. Nanocomposites Based on Natural Rubber and Cellulose Nanocrystals from Coconut Fibers. In *The 11th International Conference on Advanced Materials*; 2009; Rio de Janeiro. Brazil.
- [10] Arini NA, Malino MB, Wahyuni D. Analisis Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Sifat Mekanis Selulosa Kristalin dari Campuran Serbuk Gergaji Kayu Belian, Bengkirai, Jati dan Meranti. *Positron*. 2015; 4(p. 70-73).
- [11] Setiani W, Sudiarti T, Rahmidar L. Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Valensi*. 2013; 3(1978-8193): p. 100-109.