

Pengaruh Proses Delignifikasi terhadap Potensi Selulosa Ampas Tebu sebagai Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan

Shresy Febi Pracetyowati¹, Denny Dermawan^{1*}, dan Sekarsari Wibowo¹

¹. Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: denny.dermawan@ppns.ac.id

Abstrak

Tebu merupakan salah satu komoditas penting dalam kehidupan, karena dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gula, tetapi pemanfaatan limbah ampas tebu di Indonesia masih belum maksimal, padahal serat ampas tebu cukup melimpah sekitar 30% dari total berat tanaman tebu. Kandungan ampas tebu terdiri dari 40%-52,7% selulosa dan 3%-24,2% lignin. Ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, sehingga berpotensi menjadi salah satu alternatif sumber selulosa yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bioplastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengekstraksi selulosa dari limbah ampas tebu menggunakan metode alkalisasi dengan larutan NaOH 8% selama 90 menit. Karakterisasi selulosa dilakukan dengan menggunakan uji *Chesson datta*. *Chesson datta* merupakan metode untuk menganalisis kandungan selulosa dan lignin yang terkandung dalam ampas tebu. Kandungan selulosa yang terkandung dalam ampas tebu sebesar 31,3% dan lignin sebesar 13,4%. Nilai kandungan selulosa meningkat setelah dilakukan proses delignifikasi yaitu menjadi 66,8% sedangkan lignin mengalami penurunan menjadi 4,3%.

Keywords: Ampas Tebu, Bioplastik, CMC, *Chesson datta*, Gliserol, Selulosa

1. PENDAHULUAN

Ampas tebu atau yang biasa disebut bagasse, merupakan limbah padat yang dihasilkan setelah proses pengambilan sari tebu. Bahan ini didominasi oleh senyawa lignoselulosa. Serat-serat dalam ampas tebu umumnya berukuran panjang sekitar 1,7–2 mm dengan diameter sekitar 20 μm (Bahri et al., 2021). Ampas tebu mengandung sekitar 52,7% selulosa, dan 24,2% lignin. Tingginya kandungan selulosa tersebut menjadikan ampas tebu berpotensi sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan bioplastik (Fadilla et al., 2023). Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian, produksi tebu nasional pada tahun 2021 mencapai sekitar 32% dari total tebu yang diproses. Berdasarkan data Kementerian Pertanian, produksi tebu nasional tahun 2021 mencapai 2,36 juta ton, meningkat 2,58% dibandingkan tahun 2020 yang sebesar 2,29 juta ton (Huwaiddi & Supriyo, 2022).

Selulosa adalah biopolimer alami yang memiliki sifat mudah terurai secara hayati (biodegradable), dan tergolong ekonomis. Biopolimer ini tersedia secara melimpah di alam (Amrillah et al., 2022). Selulosa adalah senyawa organik yang berperan sebagai komponen utama penyusun dinding sel pada tumbuhan. Senyawa ini memiliki struktur berserat dan dikenal dengan kekuatan tariknya yang tinggi (Lestari, 2022). Polimer selulosa umumnya terdapat pada dinding sel dan bagian berkayu tumbuhan. Dibandingkan dengan lignin, selulosa murni merupakan komponen utama dalam struktur lignoselulosa yang paling banyak dimanfaatkan (Santhi et al., 2022).

Selulosa dengan kemurnian tinggi dapat diperoleh melalui proses pemisahan dari lignin, yang dikenal sebagai proses delignifikasi. Proses ini berfungsi sebagai tahap awal untuk menghilangkan lignin dari bahan lignoselulosa agar kandungan selulosa yang tersisa menjadi lebih murni (Arjeni et al., 2022). Delignifikasi dilakukan dengan melarutkan lignin yang terdapat dalam struktur material, sehingga pemisahannya dari serat menjadi lebih mudah (Sriana et al., 2021). Salah satu metode yang umum digunakan adalah delignifikasi kimia dengan memanfaatkan larutan basa seperti natrium hidroksida (NaOH). Larutan alkali bekerja dengan merusak ikatan kimia antara lignin dan selulosa, sehingga lignin dapat terlarut dan terpisah dari bahan utama (Silviana et al., 2021). NaOH dipilih karena sifat lignin yang mudah larut dalam basa, sedangkan selulosa tetap stabil dan tidak mudah larut (Tarigan et al., 2024). Peneliti dapat menganalisis kandungan selulosa dan lignin pada bahan seperti ampas tebu menggunakan metode *Chesson-Datta*. Metode Chesson–Datta adalah teknik analisis kimia yang digunakan untuk mengetahui kandungan selulosa dan lignin dalam biomassa (Raudhatussyarifah, 2022). Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kadar selulosa melalui proses delignifikasi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik.

2. METODE

2.1 Alat Dan Bahan

Bahan yang digunakan antara lain limbah ampas tebu, NaOH 8%, aquades, dan H₂SO₄. Alat yang digunakan antara lain Timbangan digital, Blender, Beakerglass, Hot Plate, Magnetic Stirrer, Oven JISICO

J-300M, Hetaing Mteless, Kondensor, Termometer.

2.2 Preparasi Bahan

Persiapan selulosa dari ampas tebu dilakukan dengan cara menghaluskan limbah ampas tebu menggunakan blender, kemudian disaring menggunakan ayakan berukuran 60 mesh. Larutan NaOH 8% disiapkan untuk proses delignifikasi guna menghilangkan lignin. Selanjutnya, larutan H₂SO₄ dengan konsentrasi 10% dan 72% disiapkan untuk analisis kandungan lignoselulosa menggunakan metode Chesson-Datta.

2.3 Proses Delignifikasi

Proses delignifikasi dimulai dengan mencampurkan serbuk ampas tebu dan larutan NaOH 8% dalam labu leher tiga dengan rasio 1:20 (b/v), lalu dipanaskan pada suhu 100°C selama 90 menit. Campuran disaring menggunakan corong hisap, kemudian pulp dicuci dengan aquades hingga pH netral. Setelah itu, pulp dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C hingga kering untuk memperoleh selulosa.

2.4 Analisa Metode Chesson Datta

Sebanyak 1 gram sampel kering dicampur dengan 150 mL aquadest dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu, campuran disaring dan dicuci dengan aquadest, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga beratnya konstan. Sampel kering kemudian dicampur dengan 150 mL larutan H₂SO₄ 1 N dan dipanaskan kembali pada suhu 100°C selama 1 jam, dilanjutkan dengan penyaringan, pencucian, dan pengeringan hingga berat konstan. Sampel selanjutnya direndam dalam 10 mL H₂SO₄ 72% selama 4 jam pada suhu ruang, kemudian ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N dan direfluks selama 1 jam pada suhu 100°C. Setelah direfluks, sampel dicuci dengan 400 mL aquadest dan dikeringkan kembali dalam oven hingga berat konstan. Langkah terakhir, sampel dipanaskan hingga menjadi abu dan ditimbang untuk keperluan perhitungan kandungan selulosa dan lignin. Persentase selulosa dan lignin dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$\% \text{ selulosa} = \frac{(d-c)}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(1.1)$$

$$\% \text{ lignin} = \frac{(d-e)}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(1.2)$$

Keterangan :

a = Berat awal (gr)

b = Berat setelah dicuci aquades (gr)

c = Berat setelah dicampur H₂SO₄ (gr)

d = Berat setelah direfluks (gr)

e = Berat abu (gr)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Massa Awal dan Akhir

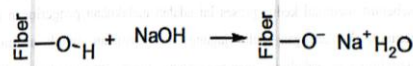
Proses delignifikasi menyebabkan terjadinya penurunan massa pada serbuk ampas tebu yang ditunjukkan melalui perbedaan antara massa sebelum dan sesudah perlakuan sebagaimana tercantum pada Tabel 1. Penurunan massa ini terjadi akibat terlarutnya komponen lignin selama proses perlakuan dengan larutan alkali.

Tabel 1. Massa awal dan akhir sebelum dan setelah proses delignifikasi

No	Keterangan	Massa Awal (gr)	Massa Akhir (gr)
1	Tanpa perlakuan	5	5
2	90 menit	200	54,9

Pengurangan massa serbuk ampas tebu sebelum dan sesudah proses delignifikasi menunjukkan bahwa sebagian komponen penyusunnya, yaitu lignin ikut terlarut ke dalam larutan NaOH. Semakin lama waktu perendaman dalam larutan NaOH, maka semakin banyak lignin yang terdegradasi dan larut (Umindya et al., 2019). Hal tersebut menyebabkan penurunan berat serbuk secara signifikan, karena lignin sebagai komponen penyusun dinding ampas tebu terlepas dari stuktur serat. Reaksi Kimia yang terjadi pada proses delignifikasi

dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaksi Kimia Proses Delignifikasi
(Sumber : (Setiawan et al., 2024))

Proses delignifikasi menggunakan natrium hidroksida (NaOH) melibatkan reaksi antara gugus hidroksil (-OH) pada selulosa dengan ion-ion dari NaOH. Dalam reaksi ini, atom hidrogen (H) dari gugus -OH pada selulosa dilepaskan dan berikatan dengan ion hidroksida (OH⁻) dari NaOH, membentuk air (H₂O). Sementara itu, gugus oksigen (O⁻) yang tersisa pada selulosa akan berikatan dengan ion natrium (Na⁺), menghasilkan senyawa selulosa-O⁻Na⁺. Reaksi ini menunjukkan bahwa struktur selulosa mengalami perubahan kimia akibat interaksi dengan larutan alkali, yang juga membantu melarutkan lignin dari jaringan lignoselulosa (Setiawan et al., 2024).

3.2 Analisa Metode Chesson Datta

Analisis lignoselulosa dilakukan untuk mengetahui kadar selulosa dan lignin pada sampel, baik sebelum maupun sesudah proses delignifikasi. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Chesson Datta dapat dilihat pada Tabel 2. Dapat diketahui bahwa kadar selulosa meningkat setelah proses delignifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa lignin berhasil dihilangkan sebagian, sehingga kadar selulosa menjadi lebih dominan.

Tabel 2. Massa awal dan akhir sebelum dan setelah proses delignifikasi

No	Sampel Ampas Tebu	Kadar Selulosa (%)	Kadar Lignin (%)
1	Sebelum delignifikasi	31,2	13,4
2	Setelah delignifikasi	66,8	4,3

Berdasarkan Tabel 4.1, kandungan selulosa dalam ampas tebu sebelum perlakuan delignifikasi tercatat sebesar 31,3%, sementara kandungan lignin mencapai 13,4%. Setelah dilakukan proses delignifikasi, kandungan selulosa meningkat signifikan menjadi 66,8%, sedangkan kandungan lignin menurun menjadi 4,3%. Peningkatan kadar selulosa ini disebabkan oleh efektivitas larutan alkali (NaOH) dalam menghilangkan lignin dari struktur lignoselulosa. Hal ini terjadi karena adanya ikatan ester yang lemah antara selulosa dan lignin, yang dapat dengan mudah diputus oleh larutan alkali. Setelah ikatan tersebut terputus, lignin akan bereaksi dengan NaOH membentuk kompleks lignin-alkali yang larut dalam pelarut. Semakin lama waktu alkalisasi, semakin banyak ikatan lignin yang terdegradasi, sehingga fraksi selulosa yang tersisa dalam material menjadi lebih tinggi (Umindya et al., 2019). Hasil ini sejalan dengan temuan dari Sriana et al. (2021), yang melaporkan bahwa kandungan selulosa dalam limbah ampas tebu meningkat dari 29% menjadi kisaran 40% hingga 70% setelah proses delignifikasi. Di sisi lain, kandungan lignin mengalami penurunan dari 23% menjadi antara 21% hingga 5%. Temuan ini mendukung pernyataan Umindya et al. (2019), di mana hasil analisis menggunakan metode Chesson-Datta menunjukkan bahwa proses delignifikasi secara efektif meningkatkan kadar selulosa dan menurunkan kandungan lignin pada bahan lignoselulosa.

3.3. Perbandingan Hasil Penelitian

Untuk mengevaluasi efektivitas proses delignifikasi terhadap perubahan kandungan selulosa dan lignin, dilakukan perbandingan hasil analisis menggunakan metode Chesson-Datta dari beberapa penelitian terdahulu. Tabel 3 menampilkan data komposisi lignoselulosa ampas tebu yang diproses dengan variasi konsentrasi NaOH dan waktu perendaman yang berbeda-beda, serta nilai selulosa dan lignin yang dihasilkan setelah perlakuan.

Tabel 3. Massa awal dan akhir sebelum dan setelah proses delignifikasi

No	Komposisi Bahan	Konsentrasi NaOH (%)	Waktu Perendaman	Kadar Selulosa (%)	Kadar Lignin (%)	Referensi
1	Ampas Tebu	2	150 menit	41,03	15,99	(Yuliatun & Santoso, 2022)
2		6	60 menit	58,41	3,96	(Pane et al., 2023)
3		8	90 menit	66,8	4,3	Penelitian ini
4		17,5	120 menit	70	11	(Rahmayanti et al., 2022)

Tabel 3 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi NaOH dan lama perendaman secara nyata memengaruhi hasil proses delignifikasi ampas tebu. Kombinasi yang tepat antara keduanya dapat meningkatkan efektivitas penghilangan lignin. Dengan berkurangnya lignin, kandungan selulosa dalam

ampas tebu meningkat karena struktur bahan menjadi lebih terbuka dan mudah diolah. Kandungan selulosa yang tinggi sangat penting dalam pembuatan bioplastik karena selulosa berfungsi sebagai bahan utama dalam membentuk struktur film. Selulosa memiliki sifat yang kuat, fleksibel, dan mudah terurai secara alami. Oleh karena itu, kadar selulosa yang tinggi menunjukkan bahwa bahan tersebut memiliki potensi besar untuk dijadikan bioplastik ramah lingkungan (Dahri, 2024). Dengan demikian, selulosa yang diperoleh dari proses delignifikasi ampas tebu dalam penelitian ini memiliki kualitas yang baik digunakan sebagai bahan dasar bioplastik. Selain mendukung pengurangan limbah pertanian, pemanfaatan ini juga menjadi langkah nyata dalam pengembangan material yang lebih ramah lingkungan (Kumar et al., 2023).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, proses delignifikasi ampas tebu menggunakan larutan NaOH terbukti efektif dalam meningkatkan kadar selulosa dari 31,2% menjadi 66,8% sekaligus menurunkan kandungan lignin dari 13,4% menjadi 4,3%, sehingga ampas tebu berpotensi dimanfaatkan sebagai material dasar bioplastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrillah, Z., Hanum, F. F., & Rahayu, A. (2022). Studi Efektivitas Metode Ekstraksi Selulosa dari Agricultural Waste. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 8. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit%0AE-ISSN:2745-6080>
- Arjeni, R., A. Hasan., A. Syarif. (2022). Analisa Konsentrasi NaOH dan Temperatur Pemanasan Terhadap Kadar Selulosa dan Kadar Lignin dari Batang Pisang Klutuk Menggunakan Alat Delignifikasi sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Inovator*, Vol. 5, No.1 (2022) 14 - 18
- Bahri, S., Fitriani, F., & Jalaluddin, J. (2021). Pembuatan Biofoam Dari Ampas Tebu Dan Tepung Maizena. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 24. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i1.4173>
- Dahri, K. (2024). *Pembuatan plastik biodegradable berbahan dasar selulosa sabut (fiber) kelapa sawit dengan penambahan sorbitol dan CMC (carboxymethyl cellulose)* (Skripsi Sarjana, Universitas Malikussaleh). Universitas Malikussaleh.
- Amrillah, Z., Hanum, F. F., & Rahayu, A. (2022). Studi Efektivitas Metode Ekstraksi Selulosa dari Agricultural Waste. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 8. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit%0AE-ISSN:2745-6080>
- Bahri, S., Fitriani, F., & Jalaluddin, J. (2021). Pembuatan Biofoam Dari Ampas Tebu Dan Tepung Maizena. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 24. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i1.4173>
- Fadilla, A., Amalia, V., Ryski Wahyuni, I., Kimia, J., Sains dan Teknologi, F., & Sunan Gunung Djati Bandung, U. (2023). Pengaruh Selulosa Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai Zat Pengisi Plastik Biodegradable berbasis Pati Kulit Singkong (*Manihot fsculenta*). *Gunung Djati Conference Series*, 34, 69–80. <https://conferences.uinsgd.ac.id/index.php/gdcs/article/view/1940>
- Huwaiddi, A. F., & Supriyo, E. (2022). Pembuatan Plastik Biodegradable Pati Jagung Terplastisasi Sorbitol dengan Pengisi Selulosa dari Ampas Tebu. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 6(1), 45–49. <https://doi.org/10.20961/equilibrium.v6i1.62552>
- Lingkungan, I. (n.d.). *Produksi selulosa mikrokristalin dengan asam hidrolisis bubur jerami padi hidrotropik* *Produksi selulosa mikrokristalin melalui hidrolisis asam dari pulp jerami padi hidrotropik*.
- Pane, N. A., Dewi, R., Zulnazri, Z., Sulhatun, S., & Nurlaila, R. (2023). Pembuatan Glukosa Dari Ampas Tebu Dengan Proses Hidrolisis. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(5), 54–67. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i5.7955>
- Rahmayanti, A., Yerizam, M., & Dewi, E. (2022). Pemanfaatan Ampas Tebu dan Kulit Jagung sebagai Bahan Baku Pulp dengan Proses Organosolv Program Studi Teknologi Kimia Industri , Jurusan Teknik Kimia , Politeknik Negeri Sriwijaya , Indonesia Utilization of Sugarcane Bagasse and Corn Husk as Raw Material.

Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia (JPTI), 3(4), 349–354.

Raudhatussyarifah, R., W. B. Setiawan., M. M. Azis., & I Hartati. (2022). Microcrystalline cellulose production by acid hydrolysis of hydrotropic rice straw pulp. International Bioprocessing Association Subject Conference

Santhi, M., Arnata, I. W., & Wrsiati, L. P. (2022). ISOLASI SELULOSA DARI SERAT SABUT KELAPA (*Cocos nucifera* L.) PADA VARIASI SUHU DAN WAKTU PROSES BLEACHING DENGAN ASAM PERASETAT. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 10(3), 248. <https://doi.org/10.24843/jrma.2022.v10.i03.p02>

Setiawan, A., Mahfud, R. N. M., Mayangsari, N. E., Widiana, D. R., Iswara, A. P., & Dermawan, D. (2024). The potential of using sweet corn (*Zea mays Saccharata*) husk waste as a source for biodegradable plastics. *Industrial Crops and Products*, 208(August 2023). <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117760>

Sriana, T., Dianpalupidewi, T., Ukhrwi, S. M. P., & Nata, I. F. (2021). Pengaruh Konsentrasi Sodium Hydroxide (NaOH) pada Proses Delignifikasi Kandungan Lignoselulosa Serat (Fiber) Siwalan (*borassus flabellifer*) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioethanol. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(2), 49–52. <https://doi.org/10.20527/bpi.v4i2.105>

Umindya, G., Tajalla, N., Humaira, S., Wahyu, A., Putra Parmita, Y., & Zulfikar, A. (2019). Pembuatan dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Serbuk Meranti Kuning (*Shorea macrobalanos*). *Jurnal Sain Terapan*, 5(1), 142–147.

Yuliatun, S., & Santoso, E. M. (2022). Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida pada Isolasi Selulosa dari Ampas Tebu. *Indonesian Sugar Research Journal*, 2(1), 12–21. <https://doi.org/10.54256/isrj.v2i1.66>