

Pengaruh Perbandingan Pelarut Etanol dan Akuades pada Ekstraksi Lignin dan Analisis Karakteristik Lindi Hitam dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Siti Suhartati^{(1)*}, Josua Andrio⁽¹⁾, Yuyun Lusini⁽¹⁾

¹Program Studi Analis Kimia, Akademi Kimia Analis Caraka Nusantara, Jl. Tugu Raya Komplek Timah, Kelapa Dua, Depok, 16451, Indonesia

Penulis korespondensi: sitisuhartati@gmail.com

(Received: 27 Oktober 2023; Accepted: 15 Juli 2024; Published: 18 Juli 2024)

Abstrak

Penelitian tentang pengaruh perbandingan pelarut etanol dan akuades pada ekstraksi lignin dan analisis karakteristik lindi hitam dari Tandan Kosong Kelapa Sawit telah dilakukan. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah yang dihasilkan dari produksi kelapa sawit yang dapat diolah kembali menjadi produk yang lebih bermanfaat. Salah satu kandungan pada TKKS yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam industri adalah lignin. Tujuan dilakukan penelitian untuk mengetahui informasi lignin pada TKKS yaitu komposisi pelarut yang paling optimal untuk mengekstraksi lignin dari lindi hitam, mengisolasi lignin serta mengkarakterisasi lindi hitam pada parameter kemurnian, densitas dan viskositas. Metode yang digunakan dalam isolasi lignin adalah ekstraksi TKKS menggunakan pelarut dengan variasi komposisi etanol:akuades (1:0, 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 0:1). Karakteristik lindi hitam dianalisis menggunakan metode gravimetri (uji kemurnian dan densitas) dan Ostwald (uji viskositas). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelarut yang paling optimal untuk mengekstraksi lignin dari lindi hitam adalah pelarut etanol:akuades (1:1), kemurnian 63,98%, densitas lindi hitam 0.9727 g/mL dan viskositas lindi hitam 2.0574 Ns/m².

Kata Kunci: Lignin, Lindi Hitam, Tandan Kosong Kelapa Sawit

Abstract

Research on the effect of ethanol and distilled water solvent ratio on lignin extraction and the analysis of the characteristics of black liquor in oil palm empty fruit bunch has been done. Oil palm empty fruit bunch (OPEFB) is waste from palm oil production that can be reprocessed into more valuable products. One of the contents of OPEFB that has the potential to be utilized in industry is lignin. The research aimed to gain helpful information on lignin in OPEFB, namely the most optimal solvent composition for extracting lignin from black liquor, isolating lignin, and characterizing black liquor on the purity, density, and viscosity parameters. The method used in lignin isolation is the extraction of OPEFB using solvents with variations in the composition of ethanol: distilled water (1:0, 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 0:1). The characteristics of black liquor were analyzed using gravimetric (purity and density test) and Ostwald (viscosity test) methods. The results showed that the most optimal solvent for extracting lignin from black liquor was ethanol: distilled water (1:1), which resulted in black liquor with a purity of 63.98%, a density of 0.9727 g/mL, and a viscosity of black liquor of 2.0574 Ns/m².

Keywords: Lignin, Black Liquor, Oil Palm Empty Fruit Bunch

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Sebagian besar perkebunan kelapa sawit di Indonesia tersebar di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Pemerintah turut mendukung komoditi perkebunan kelapa sawit dengan membangun dan memperluas lahan perkebunan kelapa sawit hingga 15.380.981 Ha di tahun 2021 dengan total produksi *Crude Palm Oil* (CPO) mencapai 48.235.405 Ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021). Produk utama tanaman kelapa sawit yang dimanfaatkan adalah tandan buah

yang menghasilkan minyak dari daging buah dan kemel (inti sawit). Setelah dilakukan proses pengolahan, kelapa sawit menghasilkan limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian RI pada tahun 2022 limbah TKKS di Indonesia yang dihasilkan mencapai 51 juta ton (Rezki dkk, 2023). TKKS terdiri dari selulosa, lignin, dan hemiselulosa sebagai komponen utama (Rahmasita dkk, 2013).

Tandan kosong kelapa sawit memiliki potensi yang cukup besar untuk diaminoalkane. Selama ini TKKS hanya dimanfaatkan sebagai

pupuk, bahan alternatif untuk mengisi rongga jok mobil dan membuat matras atau kasur, briket, dan bahan baku pembuatan kertas. Sejauh ini, limbah TKKS yang dikelola lebih banyak memanfaatkan kandungan selulosa seperti sebagai papan partikel (Raharjo, 2020), adsorben (Sopiah dkk, 2017; Zairinayati dan Khomsatun, 2022), dan selulosa asetat (Gaol dkk, 2013). Pemanfaatan lignin yang terkandung dalam limbah TKKS masih belum dimanfaatkan secara maksimal baik di masyarakat maupun industri. Lignin merupakan perekat alami tumbuhan yang berfungsi untuk merekatkan dinding sel tumbuhan. Lignin merupakan polimer alami yang mengandung gugus fungsi seperti hidroksil, karbonil, dan metoksi serta memiliki kelarutan yang rendah terhadap air sehingga masih dapat dimanfaatkan diantaranya sebagai perekat (Lempang, 2016; Susilowati dkk, 2013), plastik *biodegradable* (Yang dkk, 2019) dan surfaktan pada sistem *Enhanced Oil Recovery* (EOR) (Purwono, 2001). Pemanfaatan lignin dapat diawali dengan mengisolasi lignin dari TKKS kemudian dilakukan analisis terhadap kandungan isolat lignin.

Penelitian sebelumnya tentang isolasi lignin dari TKKS telah dilakukan dengan metode organosolv menggunakan pelarut organik seperti aseton, metanol, etanol, butanol, etilen glikol dan asam asetat. Pelarut yang paling sering digunakan adalah etanol. Hal ini dikarenakan pelarut etanol relatif lebih murah, toksisitas rendah dan lebih ramah lingkungan (Liu dkk, 2022). Permasalahan yang dihadapi dalam proses ekstraksi lignin metode organosolv salah satunya adalah sifat lignin yang sulit didegradasi dari komponen hemiselulosa sehingga perlu diteliti kondisi optimum pelarut agar dapat mengekstrak lignin dalam jumlah lebih banyak. Hal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengekstraksi lignin dengan pelarut etanol:akuades berbagai variasi perbandingan, kemudian ditentukan kemurnian, densitas dan viskositas lindi hitam dari hasil ekstraksi.

METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: akuades, natrium hidroksida 6%, asam sulfat 10%, etanol 96%, tandan kosong kelapa sawit. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah bulp, pipet volumetri, pipet tetes, erlenmeyer asah, pH meter universal, kertas saring, corong dan penyangga, dan peralatan gelas.

Metode yang digunakan dalam ekstraksi lignin dari tandan kosong kelapa sawit adalah metode organosolv dengan pelarut etanol:akuades dalam beberapa variasi konsentrasi etanol:akuades (1:0, 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 0:1). Metode Organosolv merupakan metode fraksinasi biomassa menggunakan bahan kimia organik seperti etanol dan metanol (Febriyanti, 2020). Lindi hitam diisolasi untuk menghasilkan lignin yang kemudian ditentukan berat dan kemurniannya secara

gravimetri. Lindi hitam juga dikarakterisasi menggunakan parameter densitas (metode gravimetri) dan viskositas (metode Ostwald)

Pembuatan Lindi Hitam Organosolv

Tandan kosong kelapa sawit dipotong kecil-kecil dengan ukuran $\pm 0,5$ cm. Tandan kosong kelapa sawit direfluks menggunakan pelarut etanol:akuades dengan variasi konsentrasi 1:0, 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 0:1, dengan penambahan NaOH 6% hingga pH 8. Sampel didinginkan dan disaring. Filtrat yang didapat disebut lindi hitam.

Isolasi Lignin

Lignin diisolasi dari lindi hitam dengan penambahan akuades 1:7. Lindi hitam diasamkan dengan penambahan H₂SO₄ 10% hingga pH 2, kemudian diaduk selama 30 menit pada suhu 60°C. Sampel diendapkan dan disaring, kemudian filtratnya dikeringkan. Filtrat dioven selama 30 menit dan didinginkan kemudian ditimbang.

Penentuan Kemurnian Lignin

Lignin kering ditimbang 0,025 g dan dilarutkan dengan H₂SO₄ 72 % ditutup dan dibiarkan ± 2 jam. Sampel diencerkan dengan akuades dan direfluks selama 1 jam. Endapan yang terbentuk disaring, dicuci hingga bebas asam kemudian dikeringkan dan ditimbang.

Kemurnian lignin ditentukan dengan persamaan (1).

$$\% \text{ kemurnian} = \frac{\text{bobot lignin murni}}{\text{bobot lignin}} \times 100\% \quad (1)$$

Penetapan Densitas Lindi Hitam

Nilai densitas lindi hitam ditentukan dengan pengukuran menggunakan piknometer 10 mL. Berat piknometer kosong ditentukan terlebih dahulu dengan ditimbang dalam keadaan kering. Kemudian lindi hitam di dalam piknometer 10 mL ditimbang dan ditentukan densitasnya dengan menghitung berdasarkan persamaan (2).

$$\rho = \frac{(W \text{ lindi dan pikno.} - W \text{ pikno.kosong})}{\text{volume piknometer}} \quad (2)$$

Volume piknometer yang digunakan dalam perhitungan merupakan volume sebenarnya dari hasil pengukuran massa aquades pada suhu 29°C.

Penetapan Viskositas Lindi Hitam

Penentuan viskositas lindi hitam pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan viskometer Ostwald. Viskositas akuades ditentukan terlebih dahulu sebagai pembanding, setelah itu ditentukan viskositas lindi hitam. Lindi hitam dihisap dengan menggunakan bulp, sampai melewati 2 batas. Cairan lindi hitam dibiarkan mengalir sampai batas garis, dan dihitung waktu yang dibutuhkan untuk mengalir dari tanda batas atas sampai tanda batas bawah pada viskometer Ostwald secara vertikal (Regina dkk, 2018). Data dibandingkan dengan pengukuran viskositas

akuades. Viskositas ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Viskositas = \frac{\text{waktu alir lindi hitam} \times \text{densitas lindi hitam}}{\text{waktu alir akuades} \times \text{densitas akuades}} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelarut Proses Organosolv

Hasil dari ekstraksi lignin dengan menggunakan beberapa variasi pelarut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bobot Lignin Hasil Ekstraksi Refluks dengan Beberapa Varian Pelarut

Pelarut	Bobot Lignin (gram)
Etanol- akuades (1:0)	0,1123
Etanol- akuades (3:1)	0,1345
Etanol- akuades (2:1)	0,1291
Etanol- akuades (1:1)	0,1392
Etanol- akuades (1:2)	0,0635
Etanol- akuades (1:3)	0,0653
Etanol- akuades (0:1)	0,0567

Dari hasil ekstraksi lignin pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa pelarut yang menghasilkan lignin terbanyak adalah pelarut etanol:akuades dengan perbandingan 1:1 dengan perolehan 0,1392 gram lignin. Berdasarkan data tersebut, maka pengujian kemurnian lignin, densitas dan viskositas lindi hitam diukur dari hasil ekstraksi lignin pada perbandingan pelarut etanol:akuades (1:1).

Kemurnian Lignin

Kemurnian lignin dari hasil ekstraksi etanol-akuades (1:1) yang didapatkan pada penelitian ini adalah 63,98%. Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya sebesar 64,64% (Suhartati dkk, 2016) dan 55,09% (Zahra, 2021). Kandungan lignin yang rendah menunjukkan bahwa lignin masih mengandung komponen-komponen non lignin dalam jumlah yang lebih besar. Tingginya komponen non lignin pada tepung lignin menunjukkan bahwa degradasi dan pemisahan polisakarida beserta komponen non lignin lainnya masih kurang sempurna. Seperti diketahui bahwa lignin dapat membentuk ikatan kovalen dengan beberapa komponen hemiselulosa. Oleh karena itu lignin sangat sulit untuk didegradasi. Sehingga keberadaannya memberikan bentuk lignoselulosa yang kompleks dan menghambat degradasi selulosa oleh mikroba ataupun bahan kimia lainnya (Yoricya dkk, 2016).

Densitas Lindi Hitam

Densitas atau massa jenis merupakan suatu ukuran massa per unit volume suatu zat yang diukur pada suatu suhu tertentu (Isharyadi dkk, 2019). Hasil penentuan densitas lindi hitam yang didapatkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Densitas Lindi Hitam

Percobaan	Densitas (g/mL)
1	0,9292
2	1,0637
3	0,9252
Rata-rata	0,9727

Densitas lindi hitam yang di dapat dalam penelitian ini sebesar 0,9272 g/mL. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Suhartati dkk (2016) yaitu 0,9658 g/mL dan oleh Syamsudin (2007) yaitu 1,02 /mL. Data densitas lindi hitam sangat diperlukan dalam pengukuran viskositas lindi hitam dan pengaruhnya terhadap daya rekat perekat komersial seperti urea formaldehida maupun fenol fomaldehida termodifikasi lindi hitam (Sulistiowati dkk., 2013).

Viskositas Lindi Hitam

Viskositas lindi hitam yang didapatkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Viskositas Lindi Hitam

Percobaan	Viskositas (Ns/m ²)
1	2,0325
2	2,1048
3	2,0325
Rata-rata	2,0574

Berdasarkan Tabel 3, lindi hitam TKKS memiliki viskositas (2,0574 Ns/m²) yang tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Suhartati (2009) yaitu sebesar 2,0753 Ns/m². Nilai viskositas lindi hitam mempengaruhi kekuatan rekat pada pemanfaatannya sebagai perekat urea formaldehida pada kayu lapis. Viskositas yang terlalu tinggi menyebabkan perekat lebih cepat mengeras dan sulit menembus pori-pori kayu lapis. Hal ini mengakibatkan menurunnya kekuatan rekat urea formaldehida tersebut. Oleh karena itu, nilai viskositas menjadi satu parameter yang penting dalam pengukuran sifat lindi hitam (Susilowati dkk, 2013).

KESIMPULAN

Pengujian pengaruh larutan terhadap ekstraksi lindi hitam dengan pelarut yang berbeda pada penelitian ini menunjukkan bahwa pelarut yang paling optimal untuk digunakan dalam proses organosolv lignin dari lindi hitam TKKS adalah pelarut etanol:akuades dengan perbandingan 1:1.

Berat lignin yang dihasilkan dari 2,5 gram serabut TKKS pada perbandingan tersebut sebesar 0,1392 gram. Lignin yang diisolasi dari lindi hitam TKKS memiliki kemurnian 63,98 % dengan densitas sebesar 0,9272 g/mL, dan viskositas sebesar 2,0574 Ns/m². Data hasil analisis ini dapat digunakan sebagai dasar pemanfaatan lignin TKKS di beberapa industri berbasis lignin.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2021) *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*, Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Febryanto, Zulfansya, dan Helwani, Z. (2020). Organosolv Pulping Batang Sawit Bebas Pati. *Jom FTEKNIK*, 7(2), 1-4.
- Gaol MRL, Sitorus R, Surya YSI, Manurung R. (2013). Pembuatan Selulosa Asetat dari α -selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(3), 33-39.
- Isharyadi, F., Sitanggang, A.B., Faridah, D.N., dan Andarwulan, N. (2019). Verifikasi Metode Pengujian Densitas Crude Palm Oil Menggunakan Standar ISO 6883:2017. *Jurnal Standardisasi*, 21(2), 161 – 169.
- Lempang, M. (2016). Pemanfaatan Lignin sebagai Bahan Perekat Kayu. *Info Teknis EBONI*, 13(2), 123-150.
- Liu, J., Li, X., Li, Mi. dan Zheng, Y. (2022). *Advance in Bioenrgy*. Cambridge: Elsevier.
- Purwono, S. (2001). Pirolisis Lignin Dari Limbah Industri Kelapa Sawit untuk Pengembangan Surfaktan Dalam Proses Enhance Oil Recovery (EOR). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 8(3), 109-118.
- Suhartati, S. (2009). *Pengujian kekuatan rekat urea formaldehida termodifikasi lindi hitam tandan kosong sawit*. Skripsi, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Suhartati, S., Puspito, R., Rizali, F. dan Anggraini, D. (2016). Analisis Sifat Fisika dan Kimia Lignin Tandan Kosong Kelapa Sawit asal Desa Sape, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(1), 24-29.
- Susilowati, Munandar S, Edahwat L. (2013). Pemanfaatan lignin dari limbah kulit kakao menjadi perekat. *Jurnal Teknik Kimia*. 8(1), 22-26
- Syamsudin, Purwati S, Rostika I. 2007. Pemanfaatan campuran limbah padat dengan lindi hitam dari industri pulp dan kertas sebagai bahan biobriket. *Berita Selulosa*. 42(2), 67-74.
- Rahmasita, M.E., Farid, M., Ardhyanta, H. (2017). Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik UTS*, 6(2), A585-A588.
- Regina, O., Sudrajad, H., dan Syaflita, D. (2018). Measurement Of Viscosity Uses An Alternative Viscometer. *Jurnal Geliga Sains*, 6(2), 127-132.
- Rezki, A.S., Wulandari, Y.R., Alvita, L.R., dan Sari, N.P., (2023). Potensi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Bioenergi pada Produksi Bio-Oil dengan Metode Pirolisis: Efek Temperatur. *Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*. 07 (1), 22-29.
- Raharjo, B. (2020). Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Alternatif Papan Partikel. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(2), 1-9.
- Sopiah, N., Prasetyo, D., dan Aviantara, D.B. (2017). Pengaruh Aktivasi Karbon Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Adsorpsi Kadmium Terlarut. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 8(2), 55-66.
- Yang, J., Ching, Y.C. dan Cheng Hock Chuah, C.H. (2019). Applications of Lignocellulosic Fibers and Lignin in Bioplastics: A Review. *Polymers*, 11(751), 1-26.
- Yoricya, G. Dalimunthe, S.A.P., Manurung, R. dan Bangun, N. (2016). Hidrolisis Hasil Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Dalam Sistem Cairan Ionik Choline Chloride. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(1), 27-33).
- Zahra, T.Q. (2021). *Isolasi Lignin dari Lindi Hitam sebagai Hasil Samping Pre Treatment pada Proses Produksi Bioetanol Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*. Skripsi, Universitas Sahid, Jakarta.
- Zairinayati dan Khomsatun, K. (2022). Efektifitas Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Menurunkan Tingkat Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Cair Jumputan. *Jurnal Indobiosains*, 4(2), 61-7