

Isolasi Lignin dari Sekam Padi (*Oriza Sativa L*) Serta Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Ion Cd(II)

Yudhi Utomo¹ & Erniss Nor Fadila¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
email: yudhi.utomo.fmipa@um.ac.id; ernissfadila01@gmail.com

Article history

Received: 16th November, 2020

Received in revised form: 18th
December 2020

Accepted: 30th December 2020

DOI:

10.17977/um0260v4i22020p019

Kata-kata kunci:

Adsorben

Kadmium

Lignin

Sekam Padi

Abstrak

Sekam padi merupakan limbah pertanian yang mengandung lignin sebesar 20-25%. Pelarut NaOH, etanol dan asam asetat merupakan pelarut yang umum digunakan dalam isolasi lignin karena menghasilkan lignin bebas sulfur dan kemurnian tinggi. Lignin berpotensi sebagai adsorben karena adanya gugus hidroksil dan cincin aromatik yang dapat berikatan dengan ion logam. Tujuan penelitian ini mengetahui pelarut terbaik dalam isolasi lignin sekam padi, mengetahui karakteristik lignin, dan menentukan kemampuan lignin sebagai adsorben logam Cd(II). Penelitian kuantitatif laboratorium yang dilakukan adalah karakterisasi lignin menggunakan FTIR dan SEM serta uji kemampuan adsorben terhadap Cd(II) dengan instrument AAS. Lignin hasil isolasi pelarut NaOH lebih efektif dan efisien karena menghasilkan rendemen dalam jumlah besar dibandingkan etanol dan asam asetat. Lignin hasil isolasi memiliki pita serapan pada daerah 3500-3200cm⁻¹ yaitu peregangan O-H dan 1600cm⁻¹ yaitu vibrasi kerangka aromatik serta memiliki morfologi partikel bulat yang diamati menggunakan SEM. Lignin diaplikasikan sebagai adsorben Cd(II) dan memiliki kapasitas adsorpsi adsorben A dan B paling besar pada konsentrasi 2,0 ppm yaitu 1,037 dan 1,052 mg/g. Pemanfaatan lignin akan menaikkan nilai guna sekam padi sebagai adsorben logam berat.

Abstract

Rice husk is an agricultural waste and contains lignin (20-25%). NaOH, ethanol and acetic acid solvents are commonly used solvents in lignin isolation because they produce sulfur-free and high purity lignin. Lignin has potential as an adsorbent due to the presence of hydroxyl groups and aromatic rings that can bind to metal ions. The purpose of this study was to find out the best solvent in isolating lignin from rice husks, the characteristics of lignin, and the ability of lignin from rice husks as an adsorbent of Cd (II) metal. The quantitative laboratory research conducted was lignin characterization using FTIR and SEM and test the ability of the adsorbent to absorb Cd (II) ions using the AAS instrument. Lignin isolated using NaOH solvent is more effective and efficient because it produces large amounts of lignin compared to ethanol and acetic acid. The isolated lignin has an absorption band in the area of 3500-3200 cm⁻¹, namely the O-H stretch and 1600 cm⁻¹, namely the vibrations of the aromatic and has spherical surface morphology in SEM instrumentation. Lignin was applied as a Cd (II) adsorbent and had the greatest adsorption capacity of A and B at a concentration of 2.0 ppm, amounting to 1.037 and 1.052 mg/g. Utilization of lignin will increase the use value of rice husk as a heavy metal adsorbent.

PENDAHULUAN

Lignin terbentuk dari gugus aromatik yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik yang terdiri dari 2-3 karbon. Lignin diperoleh dari batang tumbuhan yaitu pohon dan semak yang termasuk dalam biomassa lignoselulosa. Sekam padi merupakan biomassa limbah pertanian yang mudah ditemukan dan memiliki kandungan yaitu sebesar 35% selulosa, 25% hemiselulosa, 20% lignin (Ma'Ruf, dkk., 2017). Selain itu, sekam padi memiliki komponen dengan porositas rendah, kristalinitas selulosa tinggi, struktur berserat dan adanya silika yang dapat dihilangkan melalui *pre-treatment*. Biomassa lignoselulosa yang selama ini lebih banyak dikaji adalah selulosa, sedangkan lignin memiliki potensi serupa dengan selulosa tetapi belum banyak dikaji. Struktur lignin yang lebih kompleks dan adanya gugus-gugus fungsi -OH yang serupa dengan selulosa memungkinkan lignin untuk menjadi adsorben seperti halnya selulosa.

Pemisahan lignin dan selulosa dari sekam padi dilakukan dengan metode pelarut organik (*organosolv*) menggunakan pelarut etanol dan katalis asam sulfat pada tekanan atmosfer di bawah kondisi refluks dengan pemanasan selama 24 jam (Pereira, dkk., 2017). Selain itu, isolasi lignin dapat menggunakan pelarut NaOH di bawah kondisi refluks pada suhu 30°C selama 3 jam (She, dkk., 2010), sedangkan metode Klason menggunakan larutan NaOH 25% selama 120 menit (Irawan dkk., 2018). Pelarut NaOH dan metode *organosolv* merupakan metode yang lebih ramah lingkungan dan struktur lignin yang diperoleh mirip dengan lignin asli serta kemurnian yang lebih tinggi. Namun, belum diketahui metode yang paling baik dan efektif digunakan dalam isolasi lignin. Lignin dari kedua metode akan diaplikasikan sebagai adsorben ion logam kadmium untuk mengetahui kemampuan lignin sebagai agen penyerap.

Kadmium merupakan salah satu logam berat yang menjadi pencemar dan termasuk dalam kategori logam berat beracun dan menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, Cd di perairan untuk kelas I-IV peruntukkan air baku tidak boleh melebihi 0,01 mg/L. Cara untuk mengurangi kandungan kadmium dalam air yang relatif sederhana adalah dengan cara adsorpsi. Sebelumnya, lignin dapat dimanfaatkan menjadi biosorben untuk

mengurangi pencemaran terhadap logam kromium (Bing Wang, dkk., 2019).

Dengan demikian, diharapkan lignin dapat dikembangkan menjadi adsorben terhadap logam berat yang lain seperti kadmium sehingga penggunaan biomassa lignoselulosa dari limbah pertanian semakin optimum. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelarut dalam isolasi lignin dari sekam padi, mengetahui karakteristik lignin dari sekam padi, dan menentukan kemampuan lignin dari sekam padi sebagai adsorben logam kadmium(II).

METODE

Pada penelitian ini, lignin diisolasi menggunakan pelarut NaOH, etanol, dan asam asetat. Sekam padi (*oryza sativa*) yang digunakan dari Dusun Slahar Desa Slaharwotan di Kecamatan Ngimbang Kabupaten Lamongan.

Preparasi Sekam Padi

Sekam padi dikeringkan di bawah sinar matahari. Sekam padi dihaluskan menjadi serbuk dan diayak lalu dioven hingga kering. Sekam padi halus diekstraksi dengan campuran toluene-etanol dalam soklet selama 6 jam. Sekam hasil soklet selanjutnya direfluks dengan akuades pada suhu 80 °C selama 2 jam, kemudian residu sekam padi digunakan dalam tahap selanjutnya.

Isolasi Lignin

a. Menggunakan NaOH

Sekam direfluks dengan larutan NaOH 1,5 N dan 3 N pada 30-40 °C selama 3 jam. Filtrat dipekatkan dengan HCl sampai pH 2 dan diperoleh endapan lignin. Endapan lignin dipisahkan dengan sentrifuge lalu dikeringkan dalam oven hingga kering.

b. Menggunakan Etanol

Sekam direfluks dengan larutan etanol 70% dan 96% dengan katalis HCl pada suhu 70°C selama 3 jam. Filtrat diencerkan 5 kali dengan akuades, selanjutnya dididihkan selama 1 jam. Endapan yang terbentuk setelah pendinginan dipisahkan dari pelarut dan dioven hingga kering.

c. Menggunakan Asam Asetat

Sekam direfluks dengan larutan asam asetat 80% dengan katalis HCl pada suhu 70°C selama 3 jam. Filtrat diencerkan 5 kali dengan akuades, selanjutnya dididihkan selama 1 jam. Endapan yang terbentuk setelah pendinginan dipisahkan dari pelarut dan dioven hingga kering.

Karakterisasi

Karakterisasi hasil isolasi lignin digunakan instrumen FT-IR pada daerah pertengahan inframerah yaitu $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$ dan panjang gelombang 2,5 sampai 25 mikron (10^{-3} mm), *Scanning Electron Microscope* (SEM) agar diperoleh gambar morfologi permukaan lignin.

Aplikasi lignin sebagai adsorben

Aplikasi adsorpsi menggunakan larutan simulasi $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 30 mL pada adsorben lignin sekam padi sebanyak 0,5 g selama 1 jam. Dipisahkan adsorben lignin hingga diperoleh filtrat yang jernih. Cd sisa diukur menggunakan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sekam Padi

Sekam padi memiliki komposisi lignin sebesar 20-25% lignin, 45-50% selulosa, 15-20% hemiselulosa, dan 5% komponen lain meliputi lemak, lilin, protein kasar, dan abu. Komponen lain tersebut akan dihilangkan melalui sokletasi dengan pelarut campuran toluene dan etanol. Campuran toluene dan etanol digunakan karena memiliki perbedaan sifat kepolaran, pelarut toluene memiliki sifat non polar sehingga akan melarutkan komponen yang bersifat non polar seperti lemak dan lilin, pelarut etanol memiliki sifat polar sehingga akan melarutkan komponen yang bersifat polar. Prinsip penghilangan komponen zat ekstraktif tersebut mengikuti kaidah *like dissolve like*. Setelah komponen zat ekstraktif dihilangkan serbuk sekam padi dikeluarkan dan dikeringkan untuk pembebasan pelarut.

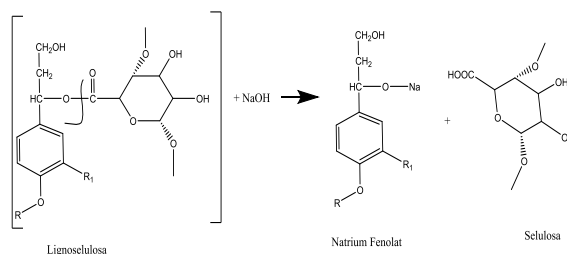
Komponen yang tersisa pada sekam padi hasil sokletasi adalah lignoselulosa (selulosa, lignin dan hemiselulosa). Keberadaan lignin yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa akan menurunkan proses adsorpsi karena sisi aktif lignin tidak berikatan dengan ion Cd^{2+} dan transfer ion akan terhambat. Lignin diperoleh melalui proses delignifikasi yang akan terjadi pemecahan ikatan antara lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Tahap pertama yang dilakukan adalah penghilangan hemiselulosa menggunakan air panas. Hemiselulosa memiliki sifat paling polar dibandingkan selulosa dan lignin sehingga dapat larut dalam air panas. Komponen yang tersisa pada sekam padi adalah dominan selulosa dan lignin serta komponen lain dalam jumlah kecil. Pemisahan lignin dan selulosa digunakan pelarut NaOH, etanol, dan asam asetat. Ketiga pelarut tersebut dipilih sebagai pembanding

dalam menentukan pelarut yang paling efektif dalam isolasi lignin.

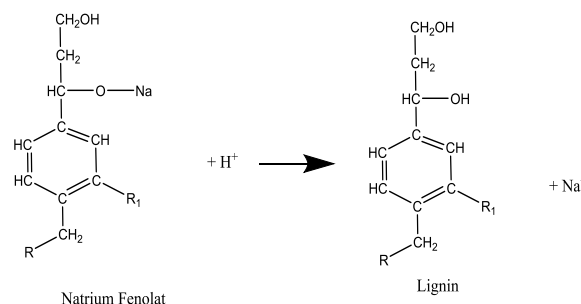
Isolasi Lignin

a. Isolasi Lignin Dengan Pelarut NaOH

Lignin diisolasi menggunakan larutan NaOH 1,5 dan 3 N dari sekam padi sebanyak 10 gram direfluks selama 3 jam pada suhu 40°C . Variasi konsentrasi NaOH dipilih untuk mengetahui konsentrasi optimum dalam pengambilan lignin dari sekam padi. Larutan NaOH digunakan untuk mengekstraksi lignin karena lignin dapat larut dalam suasana basa, sehingga mudah dipisahkan dari selulosa. Hal ini disebabkan ion OH^- dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion Na^+ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat yang dapat larut. Persamaan reaksi yang terjadi pada pemisahan lignin dan selulosa ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa menggunakan NaOH (Fengel & Wegeneer, 1995)



Gambar 2. mekanisme reaksi natrium fenolat dengan asam klorida.

Larutan natrium fenolat yang terbentuk berwarna coklat kehitaman. Kadar lignin yang terdegradasi sebanding dengan kepekatan warna larutan natrium fenolat, semakin pekat warna larutan maka semakin banyak lignin yang terlarut. Larutan fenolat diendapkan menggunakan HCl 6 N hingga pH 2. Lignin pH tinggi akan larut dalam bentuk garamnya dari gugus hidroksil fenolat yang terionisasi dan mengendap pada pH rendah karena gugus hidroksil fenolat tidak terionisasi. Reaksi pengendapan lignin ditunjukkan menurut persamaan pada gambar 2.

Lignin yang telah diendapkan kemudian di-*sentrifuge* untuk memisahkan endapan dengan pelarut. Endapan lignin kemudian dikeringkan dalam oven hingga kering, selanjutnya endapan yang telah kering digerus hingga menjadi serbuk sebelum dilakukan analisis berikutnya. Massa yang diperoleh digunakan untuk menentukan konsentrasi optimum dalam isolasi lignin. Lignin hasil isolasi menggunakan pelarut NaOH selanjutnya akan disebut dengan adsorben A untuk NaOH dengan konsentrasi 1,5 N dan adsorben B untuk NaOH dengan konsentrasi 3 N. Massa dari adsorben A dan B ditunjukkan (Tabel 1).

Tabel 1. Massa adsorben hasil isolasi menggunakan pelarut NaOH

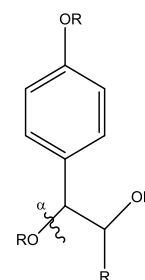
Jenis adsorben	Massa adsorben (gram)	Persen Massa adsorben (%)
Adsorben A	5,119	51,19
Adsorben B	5,502	55,02

Berdasarkan data massa pada Tabel 1 terdapat perbedaan yang signifikan pada jumlah lignin yang dihasilkan. Adsorben A dengan konsentrasi NaOH 1,5 N menghasilkan lignin sebanyak 51,19%, sedangkan adsorben B dengan konsentrasi NaOH 3 N menghasilkan lignin sebanyak 55,02%. Pada adsorben A diperoleh lignin dengan warna yang lebih cerah, apabila suhu oven hingga diatas 150° C adsorben lignin akan mengalami kerusakan.

Massa adsorben A dan B memiliki perbedaan, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan maka degradasi ikatan lignin-selulosa akan semakin banyak pula, sehingga lignin dalam bentuk natrium fenolat lebih banyak. Semakin banyak lignin dalam bentuk natrium fenolat maka semakin banyak pula lignin yang mampu diendapkan oleh HCl. Dengan demikian, konsentrasi NaOH 3 N lebih optimum dalam mengisolasi lignin dari sekam padi.

b. Isolasi Lignin Dengan Pelarut etanol

Pelarut etanol digunakan karena lignin dapat larut dalam senyawa organik, hal ini karena adanya pemutusan ikatan α -eter lignin dan selulosa sehingga lignin larut dalam pelarut organik. Pemutusan ikatan tersebut terjadi pada Gambar 3.



Gambar 3 : Pemutusan ikatan α -eter lignin; OR yang diputus dapat berupa selulosa. (Pereira *et al.*, 2017)

Fraksi lignin hasil pemasakan disaring dan filtrat yang diperoleh berwarna kuning. Fraksi yang mengandung lignin seharusnya berwarna coklat sampai hitam yang disebut *black liquor*. Fraksi berwarna kuning tersebut menunjukkan bahwa lignin yang terisolasi dalam pelarut etanol sedikit dan tidak mampu memutus ikatan α -eter lignin dan selulosa dengan baik.

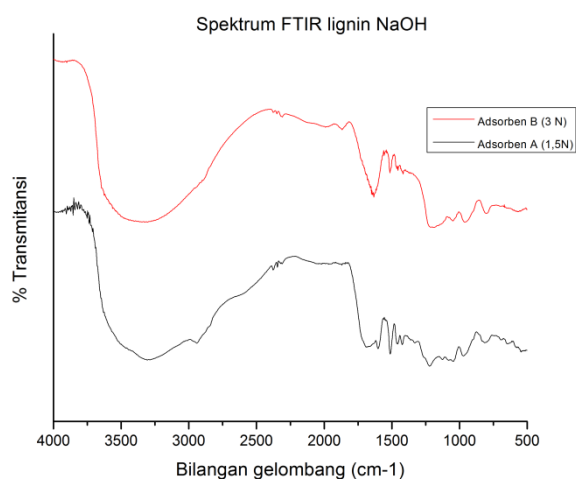
Filtrat fraksi lignin diencerkan 5 kali dengan menambahkan aquades dan dididihkan selama 1 jam untuk mengendapkan lignin hidrofobik. Pengenceran dilakukan karena lignin adalah tidak larut dalam air dan penambahan air ekstra bertindak sebagai antisolvent lignin yang diendapkan kemudian disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C. Hasil yang diperoleh pada isolasi lignin menggunakan pelarut etanol 70% dan 96% diperoleh massa kurang dari 0,01 g pada pengulangan 3 kali, sehingga karakterisasi tidak memungkinkan untuk dilakukan. Isolasi pada penelitian ini diperoleh lignin dalam jumlah kecil disebabkan oleh perbedaan kondisi perlakuan dan tidak memungkinkan dilakukan skala laboratorium penelitian Universitas Negeri Malang. Penelitian yang dilakukan oleh Singh (2016) dilakukan pada suhu tinggi dan kondisi vakum, sedangkan Pereira (2017) memerlukan waktu yang lama, dengan demikian isolasi lignin menggunakan pelarut etanol kurang efisien dan efektif untuk dilakukan.

c. Isolasi Lignin Dengan Pelarut Asam Asetat

Pelarut asam asetat dipilih karena lignin dapat larut dalam senyawa organik, hal ini karena adanya pemutusan ikatan α -eter lignin dan selulosa sehingga lignin larut dalam pelarut organik. Fraksi lignin hasil pemasakan disaring dan filtrat yang diperoleh berwarna kuning. Fraksi yang mengandung lignin seharusnya berwarna coklat sampai hitam yang disebut *black liquor*. Fraksi berwarna kuning tersebut menunjukkan bahwa lignin yang terisolasi dalam pelarut asam

asetat sedikit dan tidak mampu memutus ikatan α -eter lignin dan selulosa dengan baik.

Filtrat fraksi lignin diencerkan 5 kali dengan menambahkan aquades dan dididihkan selama 1 jam untuk mengendapkan lignin hidrofobik. Pengenceran dilakukan karena lignin adalah tidak larut dalam air dan penambahan air ekstra bertindak sebagai antisolvent lignin yang diendapkan kemudian disaring dan dikeringkan dalam oven. Hasil yang diperoleh pada isolasi lignin menggunakan pelarut asam asetat 80% diperoleh massa kurang dari 0,01g pada pengulangan 3 kali, sehingga karakterisasi tidak memungkinkan untuk dilakukan, dengan demikian isolasi lignin menggunakan pelarut asam asetat kurang efisien dan efektif untuk dilakukan.



Gambar 4. Spektrum IR adsorben A (hitam) dan B (merah).

Hasil Karakterisasi

Identifikasi adsorben A dan B dengan instrumentasi FTIR bertujuan untuk memastikan sampel yang diperoleh merupakan lignin melalui gugus fungsi yang teridentifikasi. Data spektrum FTIR adsorben A dan B disajikan pada gambar 4. Berikut adalah hasil interpretasi spektrum FTIR pada adsorben A dan B disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan spektrum pada Gambar 4 dan data pada Tabel 2 munculnya pita serapan pada daerah 3500-3200 cm^{-1} yang kuat dan melebar menunjukkan adanya gugus -OH dengan C alifatik pada kedua adsorben. Adsorben A memiliki intensitas serapan sebesar 40,9% dan adsorben B intensitas serapan sebesar 22,4%. Perbedaan nilai intensitas serapan menunjukkan perbedaan gugus -OH pada adsorben. Nilai % transmittansi berbanding terbalik dengan absorbansi, semakin besar nilai % transmittansi nilai absorbansi semakin kecil dan gugus -OH dalam lignin

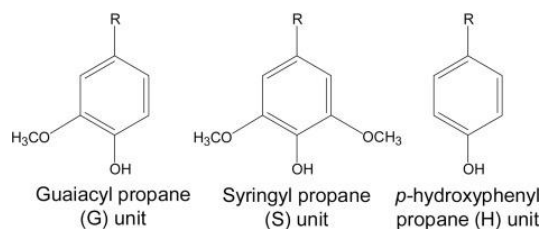
semakin kecil. Dengan demikian gugus -OH pada adsorben B > adsorben A.

Tabel 2. Pita spektrum FTIR pada adsorben A dan B

Adsorben A	Adsorben B	Referensi	Keterangan gugus fungsi
3286.7-3234.62	3498,7-3207,6	3500-3200	peregangan O-H
1600.92 1510.26	1634,0	1600 1500	Vibrasi kerangka aromatik
1219.01	1211,3	1230-1210	peregangan C=C, C-O, C=O (G terkondensasi> G diesterifikasi, khas G unit)
1045.4	1049,3	1100-1040	Vibrasi ulur O-C
970.1-802.3	960,5-802,3	995-710	Vibrasi tekuk C=C

Adsorben A menunjukkan pita serapan pada daerah 1600,9 dan 1510,3 cm^{-1} dan adsorben B pada pita serapan 1634,0 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur dari C=C aromatik. Vibrasi ulur C=C aromatik terdapat pada daerah 1600 dan 1500 cm^{-1} dengan ciri khas intensitas medium dan tajam. Gugus C=C aromatik merupakan gugus spesifik pada struktur lignin, dengan demikian adsorben yang diperoleh merupakan lignin yang telah terpisah dari selulosa. Adsorben A memiliki intensitas serapan sebesar 44,2% dan adsorben B intensitas serapan sebesar 30,8%. Perbedaan nilai intensitas serapan menunjukkan perbedaan kandungan gugus C=C aromatik pada adsorben. Nilai % transmittansi berbanding terbalik dengan absorbansi, semakin besar nilai % transmittansi nilai absorbansi semakin kecil dan gugus C=C aromatik dalam lignin semakin kecil. Dengan demikian gugus C=C aromatik pada adsorben B > adsorben A.

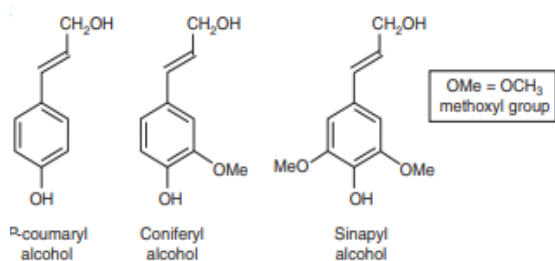
Pita serapan daerah 1219,0 adalah peregangan gugus C=C, C-O, C=O pada unit *guaiacylpropane* (G) yang merupakan salah satu unit penyusun lignin. Menurut Singh (2016) unit *guaiacylpropane* (G) mengalami kondensasi yang menyebabkan terjadinya peregangan pada gugus C=C, C-O, C=O. Unit penyusun lignin ditunjukkan pada Gambar 5 dan keberadaan pita pada daerah ini menunjukkan bahwa struktur kompleks adsorben lignin dominan tersusun atas unit *guaiacylpropane* (G) dan unit lain dalam jumlah lebih sedikit.



Gambar 5. Unit penyusun lignin.

Adsorben A dan B menunjukkan pita serapan pada daerah $1100\text{--}1040\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan vibrasi ulur O-C. Gugus C-O merupakan gugus metoksil $-\text{OCH}_3$ yang merupakan gugus penyusun struktur lignin pada unit *guaiacylpropane* (G) dan *syringylpropane* (S). Adsorben A memiliki intensitas serapan sebesar 40,5% dan adsorben B intensitas serapan sebesar 25,5%. Perbedaan nilai intensitas serapan menunjukkan perbedaan kandungan gugus metoksil pada adsorben. Nilai % transmitansi berbanding terbalik dengan absorbansi, semakin besar nilai % transmitansi nilai absorbansi semakin kecil dan gugus metoksil dalam lignin semakin kecil. Dengan demikian gugus metoksil pada adsorben B > adsorben A.

Adsorben A dan B menunjukkan pita serapan pada daerah $995\text{--}710\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan vibrasi tekuk alkena. Adsorben A menghasilkan pita pada daerah $970,1\text{--}802,3\text{ cm}^{-1}$ dan adsorben B pada daerah $960,5\text{--}802,3\text{ cm}^{-1}$. Vibrasi tekuk alkena pada adsorben menandakan adanya gugus $\text{C}=\text{C}$ non aromatik pada struktur kompleks lignin yang merupakan prekursor dasar yaitu alkohol *sinapyl*, *coniferyl*, dan *p-coumaryl* yang membentuk lignin. Prekursor dasar lignin masing-masing membangun blok *syringyl propane*(S), *guaiacylpropane*(G), *p-hydroxy phenol*(H) (Muraleedharan *et al*, 2018) ditunjukkan pada Gambar 6.



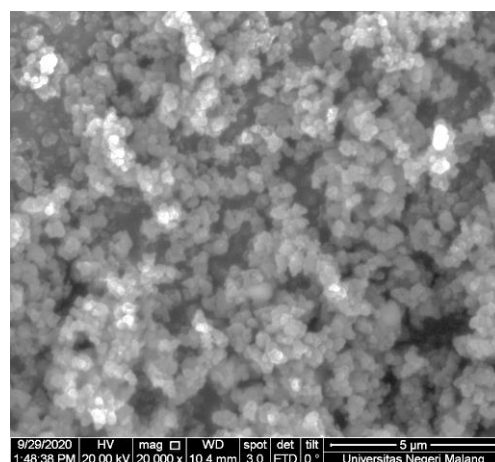
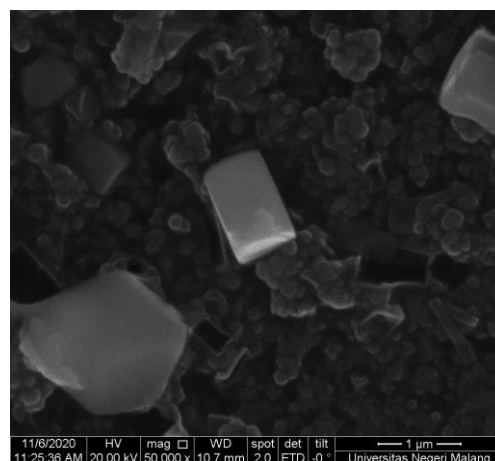
Gambar 6 : struktur prekursor lignin

Adsorben A memiliki intensitas serapan sebesar 42,1–46,0 % dan adsorben B intensitas serapan sebesar 25,1–25,1%. Nilai % transmitansi berbanding terbalik dengan absorbansi, semakin

besar nilai % transmitansi nilai absorbansi semakin kecil dan gugus alkena dalam lignin semakin kecil. Dengan demikian gugus metoksil pada adsorben B > adsorben A.

Berdasarkan data FTIR adsorben A dan B nilai % transmitansi adsorben A > adsorben B pada semua pita. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan gugus-gugus penyusun lignin pada adsorben B > adsorben A, sehingga bobot molekul adsorben B > adsorben A. dengan demikian isolasi lignin menggunakan NaOH 3 N menghasilkan lignin lebih kompleks dan besar.

Analisa morfologi permukaan lignin menggunakan SEM pada Gambar 7 dilakukan pada lignin yang digerus untuk memperoleh lignin dengan ukuran yang seragam. Lignin pada proses analisa SEM harus bebas air dan minyak agar hasil akurat. Lignin adsorben A pada perbesaran 50.000x memiliki bentuk bulat yang menggumpal dan terdapat zat lain pada permukaan. Ukuran dan bentuk pori tidak terbaca pada permukaan lignin sehingga diperlukan karakterisasi lebih lanjut.



Gambar 7 : Morfologi permukaan adsorben A (atas) dan B (bawah)

Lignin adsorben B pada perbesaran 20.000x memiliki bentuk bulat teratur dan tidak ada pengotor zat lain. Bentuk bulat memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga kontak adsorben dengan adsorbat lebih banyak. Perbedaan struktur morfologi adsorben A dan B disebabkan oleh perbedaan kondisi isolasi, data SEM adsorben A merupakan adsorben lignin isolasi kedua yang dilakukan pada suhu diatas 40°C sehingga diperoleh lignin serbuk lignin berukuran lebih besar dibandingkan isolasi ketiga dan selanjutnya. Hasil isolasi ketiga adsorben A memiliki wujud mirip dengan adsorben B yaitu serbuk halus berwarna coklat muda.

Aplikasi adsorben lignin dilakukan pada larutan $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi 0,5; 1,0; 1,5; dan 2 ppm sebanyak 30 mL dengan waktu kontak selama 1 jam. Massa adsorben dibuat sama sebagai variabel terkontrol untuk mengetahui pengaruh kemampuan pada 2 jenis adsorben terhadap konsentrasi larutan Cd^{2+} .

Kapasitas Adsorpsi =

$$\frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{massa adsorben}} \times V_{\text{adsorbat}}$$

Berdasarkan data Tabel 3, lignin digunakan sebagai adsorben karena dapat mengurangi ion logam Cd^{2+} dalam larutan. Hal ini terjadi karena adanya interaksi akibat gaya elektrostatik antara gugus aktif -OH dengan ion logam Cd^{2+} .

Tabel 3. Data nilai kapasitas adsorpsi adsorben A dan B

Jenis Adsorben	M Adsorben (g)	Kons. Awal (ppm)	Kons. Akhir (ppm)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
A	0,5	0,5	0,0392	0,277
	0,5	1,0	0,1200	0,528
	0,5	1,5	0,1864	0,788
	0,5	2,0	0,2719	1,037
B	0,5	0,5	0,0432	0,274
	0,5	1,0	0,1211	0,527
	0,5	1,5	0,1917	0,785
	0,5	2,0	0,2466	1,052

DAFTAR RUJUKAN

Alisa, C. A. G., Albirqi P, M. S., & Faizal, I. (2020). Kandungan Timbal dan Kadmium pada Air dan Sedimen di Perairan Pulau Untung Jawa, Jakarta. *Akuatika Indonesia*, 5(1),21. <https://doi.org/10.24198/jaki.v5i1.26523>

Kapasitas adsorpsi dapat didefinisikan dengan banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorben. Nilai kapasitas adsorpsi bergantung pada banyaknya jumlah gugus yang dapat dipertukarkan antara adsorben dan adsorbat. Nilai kapasitas adsorpsi adsorben A dan B hampir sama dengan selisih yang sangat kecil. Dengan demikian kemampuan adsorben A dan B dalam mengikat adsorbat hampir sama. Variasi konsentrasi larutan $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ semakin besar konsentrasi maka kapasitas adsorpsi semakin besar. Hal ini karena semakin besar konsentrasi $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ menunjukkan semakin banyak ion logam Cd^{2+} dalam larutan yang mengakibatkan semakin banyak terjadinya persaingan sisi aktif antara adsorbat dan adsorben.

KESIMPULAN

Lignin dapat diisolasi menggunakan pelarut NaOH, etanol dan asam asetat menggunakan metode refluks dengan pelarut terbaik adalah pelarut NaOH 3N, dengan hasil isolasi konsentrasi NaOH 1,5 N menghasilkan lignin sebanyak 51,19%, dan adsorben B dengan konsentrasi NaOH 3 N menghasilkan lignin sebanyak 55,02%, semakin tinggi konsentrasi NaOH lignin yang terisolasi akan semakin banyak. Pelarut etanol dan asam asetat kurang efektif digunakan untuk mengisolasi lignin dari sekam padi menggunakan metode refluks karena dibutuhkan kondisi vakum dan suhu tinggi.

Karakteristik lignin yang diperoleh menggunakan FTIR memiliki gugus spesifik lignin pada adsorben A dan B, yaitu pita serapan pada daerah 3500-3200 cm^{-1} yaitu peregangan O-H dan 1600 cm^{-1} yaitu vibrasi kerangka aromatik. Hasil SEM menunjukkan permukaan lignin yang berpori berupa bulatan atau gumpalan sehingga dapat berfungsi sebagai adsorben. Hasil analisis AAS bahwa kemampuan adsorpsi tertinggi terhadap ion logam $\text{Cd}(\text{II})$ untuk adsorben A dan B berturut-turut sebesar 1,037 mg/g dan 1,052 mg/g.

Indirawati, S. (2017). Pencemaran Pb dan Cd dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal Jumanantik*, 2(2),54–60. Retrieved from [http:// dx.doi.org / 10.30829/jumanantik.v2i2.1165](http://dx.doi.org/10.30829/jumanantik.v2i2.1165)

Irawan, D., Muslimah, N. dan Arifin,Z. 2018. *Lignin Isolation From Coconut Coir With Variation Of Time And Concentration Of*

- NaOH In The Process Of Alkaline Delignification. Rasayan J.Chem.* 11 (4), 1458-1460. Diakses pada <https://www.researchgate.net/publication/307894369>
- Istirokhatun, T., Rokhati, N., Rachmawaty, R., & Meriyani, M. (2015). Cellulose Isolation from Tropical Water Hyacinth for Membrane Preparation. *Procedia Environmental Sciences*, 23(Ictcred 2014), 274–281. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.041>
- Khan, A., Nair, V., Colmenares, J. C., & Gläser, R. (2018). Lignin-Based Composite Materials for Photocatalysis and Photovoltaics. *Topics in Current Chemistry*, 376(3), 1–31. <https://doi.org/10.1007/s41061-018-0198-z>
- Lamtiar, H., Yeni, E., & Yelmida. 2015. Isolasi Lignin dari jerami Padi dengan Metoda Klason, Universitas Riau
- Lu, Y., Lu, Y. C., Hu, H. Q., Xie, F. J., Wei, X. Y., & Fan, X. (2017). Structural characterization of lignin and its degradation products with spectroscopic methods. *Journal of Spectroscopy*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8951658>
- Ma'Ruf, A., Pramudono, B., & Aryanti, N. (2017). Lignin isolation process from rice husk by alkaline hydrogen peroxide: Lignin and silica extracted. *AIP Conference Proceedings*, 1823(March). <https://doi.org/10.1063/1.4978086>
- Muraleedharan, M. N., Zouraris, D., Karantonis, A., Topakas, E., Sandgren, M., Rova, U., Karnaouri, A. (2018). Effect of lignin fractions isolated from different biomass sources on cellulose oxidation by fungal lytic polysaccharide monooxygenases. *Biotechnology for Biofuels*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13068-018-1294-6>
- Naseer, A., Jamshaid, A., Hamid, A., Muhammad, N., Ghauri, M., Iqbal, J., Shah, N. S. (2019). Lignin and lignin based materials for the removal of heavy metals from waste water - An overview. *Zeitschrift Fur Physikalische Chemie*, 233(3), 315–345. <https://doi.org/10.1515/zpch-2018-1209>
- Prasasti, C., Mukono, J., & Sudarmaji, S. (2006). Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*, 2(2), 129–143.
- Singh, S. K., & Dhepe, P. L. (2016). Bioresource Technology Isolation of lignin by organosolv process from different varieties of rice husk : Understanding their physical and chemical properties. *Bioresource Technology*, 221, 310–317. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.09.042>
- Triyani Fajriutami, Widya Fatriasari, dan E. H. (2016). Pengaruh Pra Perlakuan Basa Pada Ampas Tebu Terhadap Karakterisasi Pulp Dan Produksi Gula Effects of Alkaline Pretreatment of Sugarcane Bagasse on. *10(3)*, 147–161.
- Wang, B., Sun, Y.-C., & Sun, R.-C. (2019). Fractional and structural characterization of lignin and its modification as biosorbents for efficient removal of chromium from wastewater: a review. *Journal of Leather Science and Engineering*, 1(1), 1–25. <https://doi.org/10.1186/s42825-019-0003-y>
- Watkins, D., Nuruddin, M., Hosur, M., Tcherbi-Narteh, A., & Jeelani, S. (2015). Extraction and characterization of lignin from different biomass resources. *Journal of Materials Research and Technology*, 4(1), 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2014.10.009>
- Widayatno, T., Yuliawati, T., Susilo, A. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17–23.