

**KEMAMPUAN ALFA SELULOSA DARI SABUT
KELAPA HIJAU (*Cocos nucifera* L.) SEBAGAI BIOADSORBEN
LOGAM BERAT KADMIUM (Cd)**

*The Ability of Alpha Cellulose from Green Coconut Fibre (*Cocos nucifera* L.) as
Bioadsorbent of Heavy Metal Cadmium (Cd)*

Tosi Adelia Damanik, Dra. L. Indah M. Yulianti, M.Si., dan Drs. A. Wibowo

Nugroho Jati, M.S.

Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jln. Babarsari No.44, Yogyakarta Telp. 0274-487711

Email: tosydamanik@yahoo.co.id

Abstrak: Bioadsorpsi adalah proses penyerapan yang menggunakan biomaterial (biomassa dari tumbuhan yang mati) sebagai bioadsorben. Bioadsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah alfa selulosa dari limbah sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera* L.). Isolasi alfa selulosa sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera* L.) meliputi tahap prehidrolisis menggunakan aquadest, delignifikasi menggunakan NaOH 20% dengan Na₂SO₃ 20%, dan *bleaching* menggunakan H₂O₂ 3%. Kualitas alfa selulosa yang terisolasi dianalisis menggunakan spektroskopi FTIR, dan dilanjutkan uji kemampuan antara alfa selulosa terdelignifikasi NaOH dengan alfa selulosa terdelignifikasi Na₂SO₃ menurunkan kadar logam berat kadmium (Cd) dalam 25 ml larutan CdSO₄ 10 ppm, dengan masing – masing variasi konsentrasi alfa selulosa 15 mg, 20 mg, dan 25 mg. Larutan logam setelah bioadsorpsi dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Hasil terbaik yang didapat menunjukkan, alfa selulosa terdelignifikasi Na₂SO₃ 15 mg lebih baik menurunkan kadar logam kadmium (Cd) hingga 0,2307 mg/ml, dengan keefektivitasan penyerapannya sebesar 78,93%.

Abstract: Bioadsorpsi is a absorption process that use the biomaterials (biomass of plants die) as bioadsorben. Bioadsorben used in research is alpha cellulose of waste green coconut fibre (*Cocos nucifera* L.). Isolation apha cellulose green coconut fibre (*Cocos nucifera* L.) covering the prehidrolisis using aquadest, delignification using NaOH 20 % with Na₂SO₃ 20 %, and bleaching using H₂O₂ 3%. The quality of alpha cellulose isolated were analyzed the use of spectroscopy FTIR, and continued testing the ability among alpha cellulose delignification NaOH with alpha cellulose delignification Na₂SO₃ to lowering levels of heavy metals cadmium (Cd) in 25 ml solution CdSO₄ 10 ppm. In the research the variations concentration of alpha cellulose are 15 mg, 20 mg, and 25 mg. Metal Cadmium (Cd) solution after

bioadsorpsi analyzed using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). Best results obtained show, alpha cellulose delignification Na_2SO_3 15 mg better lower the levels metal cadmium (Cd) to 0,2307 mg/ml, with effectiveness absorption is 78,93 %.

1. PENDAHULUAN

Logam berat masuk ke lingkungan melalui dua cara yaitu secara natural dan antropogenik. Pada kondisi alami, logam berat terlepas ke lingkungan akibat pelapukan sedimen yang disebabkan cuaca, erosi, dan aktivitas vulkanik. Terlepasnya logam berat secara antropogenik, yaitu akibat aktivitas manusia seperti limbah perindustrian (Istarani dan Pandebesie, 2014). Berkembangnya perindustrian seiring dengan meningkatnya jumlah pabrik sehingga semakin tinggi pula tingkat pencemaran lingkungan.

Kadmium merupakan salah satu logam berat yang umum mencemari perairan, selain timbal (Pb), merkuri (Hg), dan aluminium (Al). Bentuk pencemarannya dapat berupa larutan atau padatan yang sering ditemukan di balik batu dan dalam bentuk sulfida yang berasal dari buangan industri yang terkontaminasi, lindi dari *secure landfill* yang tidak terkontrol, kegiatan pertambangan yang buruk dan kebocoran pada kolam penampung limbah (Istarani dan Pandebesie, 2014). Umumnya pencemaran kadmium di perairan berasal dari limbah industri pengolahan bijih logam, industri pestisida, industri plastik, dan pertambangan. Kadmium yang terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup memiliki waktu paruh yang panjang dan umumnya terakumulasi dalam hepar dan ginjal. Kadmium memiliki sifat karsinogen, mutagenik dan teratogenik, bahkan pada konsentrasi yang rendah dapat menginaktifkan berbagai aktivitas kerja enzim yang diperlukan sel (Rumahlatu dkk, 2012).

Usaha – usaha yang umum dilakukan untuk mengatasi pencemaran logam berat yaitu secara fisik, kimiawi, dan biologi. Teknik remediasi logam berat Cd dalam penelitian ini dilakukan secara biologi dengan metode bioadsorpsi menggunakan alfa selulosa sebagai bioadsorben, yang diisolasi dari Sabut Kelapa Hijau. Bioadsorpsi yaitu proses penyerapan yang menggunakan biomaterial

(biomassa dari tumbuhan yang telah mati) sebagai bioadsorben. Bioadsorben memiliki kemampuan menyerap melalui pengikatan aktif dan pasif (Lestari dkk, 2012). Sabut kelapa merupakan hasil sampingan buah kelapa yang kaya akan serat. Umumnya bagian – bagian buah kelapa yang dimanfaatkan hanya tempurung, endosperm, dan air kelapa saja. Sabut memiliki proporsi lebih besar yaitu 35% dari proporsi komponen lain buah kelapa (Saleh dkk, 2009). Kurangnya pengoptimalan sabut kelapa menyebabkan sabut menjadi limbah, yang mengganggu estetika lingkungan.

Komponen dasar sabut kelapa terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa merupakan salah satu komponen penyusun dinding sel tumbuhan. Selulosa memiliki material padatan berpori sehingga mampu menyerap bahan – bahan di sekelilingnya. Selulosa dibagi atas tiga jenis yaitu alfa selulosa, beta selulosa, dan gamma selulosa. Penelitian ini akan mengisolasi alfa selulosa sebagai bioadsorben logam berat kadmium karena alfa selulosa dianggap sebagai penduga tingkat kemurnian selulosa.

2. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknobi-Industri Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada dan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan yaitu pada bulan Januari hingga Maret 2016.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gunting, mealer, ayakan, kain saring, kertas saring, baskom, gelas pengaduk, thermometer batang, pipet ukur, flow pipet, corong, gelas ukur, tabung reaksi, gelas beker, erlenmeyer, timbangan analitik, vortex, hot plate, oven, lemari asam, AAS, dan *log book*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sabut kelapa hijau, *aquadest*, NaOH, Na₂SO₃, H₂O₂, dan serbuk CdSO₄.

Penyortiran Sabut Kelapa Hijau (Sumada dkk, 2011)

Sabut kelapa hijau dikumpulkan dari pedagang es kelapa hijau di sekitar Jln. Lintas Sumatera, Hessa Air Genting, Kecamatan Air Batu, Asahan. Sabut kelapa dibersihkan dari gabusnya, lalu dijemur selama 1 minggu. Setelah 1 minggu, sabut kelapa dihaluskan dan diayak.

Isolasi alfa selulosa dari sabut kelapa hijau (Caesari dkk, 2014; Sumada dkk, 2011) dengan modifikasi

Prehidrolisis. Serbuk sabut kelapa sebanyak 20 gr dimasak dengan *aquadest* (1 : 18), menggunakan *hot plate* pada suhu 100°C selama 1 jam. Kemudian serbuk sabut kelapa disaring dan residu dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C

Delignifikasi. Serbuk sabut kelapa hasil prehidrolisis, dimasak dengan larutan NaOH 20% menggunakan *hot plate* selama 1 jam dan suhu dijaga tetap 100°C. Setelah 1 jam, larutan disaring dan residu dicuci dengan *aquadest* hingga pH netral lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C. Proses delignifikasi yang sama dilakukan dengan menggunakan Na₂SO₃ 20%.

Bleaching (pemurnian). Serbuk sabut kelapa hasil delignifikasi dengan NaOH, maupun hasil delignifikasi Na₂SO₃ dimasak secara terpisah dengan larutan H₂O₂ 3% menggunakan *hot plate* selama 1 jam dan suhu dijaga tetap 60°C. Selanjutnya masing – masing larutan disaring dan residu dicuci dengan *aquadest* hingga pH netral dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C. Kadar Alfa Selulosa pada serbuk dianalisis dengan spektroskopi FT-IR.

Uji Bioadsorpsi Logam Cd Dan Pengukuran Logam Cd Dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)

Pembuatan larutan *stock* CdSO₄ dengan konsentrasi 10 ppm. Serbuk CdSO₄ sebanyak 5 mg dilarutkan dalam 0,5L *aquadest* di dalam Erlenmeyer. Selanjutnya, larutan dibagi menjadi 7 tabung, masing – masing tabung berisi 25

ml larutan logam. Satu tabung dijadikan larutan kontrol (tanpa perlakuan), tiga tabung selanjutnya diberi alfa selulosa terdelignifikasi NaOH dengan masing – masing konsentrasi 15 mg, 20 mg, dan 25 mg, dan 3 tabung lainnya diberi alfa selulosa terdelignifikasi Na₂SO₃ dengan masing – masing konsentrasi 15 mg, 20 mg, dan 25 mg. Masing – masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Setelah penambahan variasi alfa selulosa pada masing – masing tabung, larutan logam divortex selama 10 menit dalam waktu 60 menit, lalu didiamkan. Setelah 60 menit, larutan disaring dan filtrat dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANAVA untuk mengetahui ada tidaknya beda nyata antarperlakuan. Jika terdapat beda nyata antara penambahan alfa selulosa delignifikasi NaOH dan variasi konsentrasi alfa selulosanya dengan alfa selulosa delignifikasi Na₂SO₃ dan variasi konsentrasi alfa selulosanya, maka akan dilanjutkan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%. Data diproses dengan SPSS versi 21.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Isolasi Alfa Selulosa Sabut Kelapa Hijau

Serbuk sabut kelapa setelah melewati tahap prehidrolisis, delignifikasi dan bleaching, menunjukkan adanya penurunan berat serbuk sabut kelapa hijau. Hasil isolasi alfa selulosa sabut kelapa hijau dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil isolasi alfa selulosa sabut kelapa hijau

Serbuk sabut kelapa	Berat awal	Berat akhir	Warna
Delignifikasi NaOH	20 g	2,5 g	Kuning tua
Delignifikasi Na ₂ SO ₃		6 g	Krem

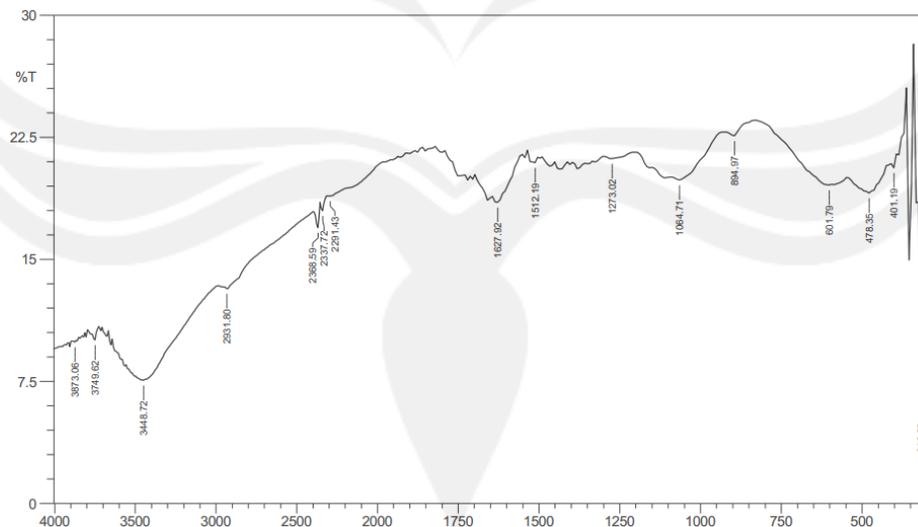
Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sumada dkk (2011) setelah proses delignifikasi Na₂SO₃ 20% dan proses bleaching H₂O₂

2%, berat yield turun hingga 62,85% dengan kadar alfa selulosa sebesar 90,41%. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi pelarut (Na_2SO_3 dan H_2O_2), maka semakin besar lignin larut mengakibatkan yield yang diperoleh semakin kecil.

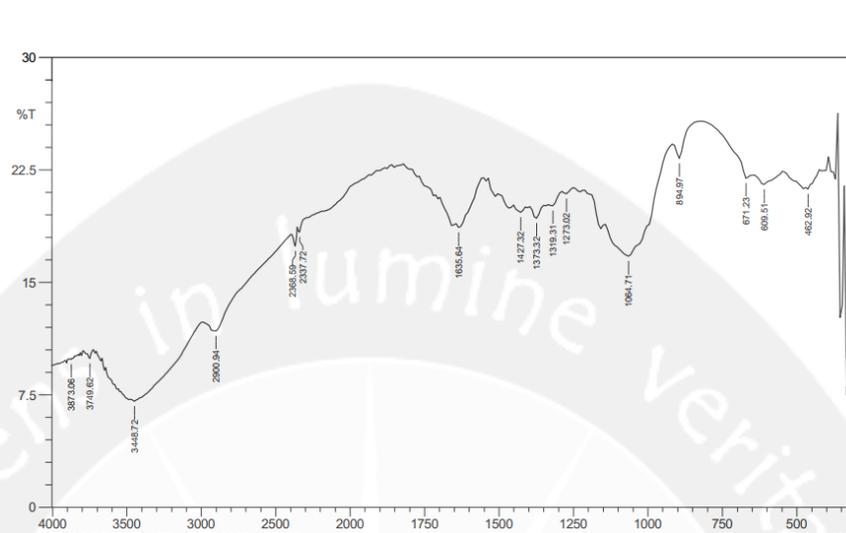
Yield yang kecil menunjukkan konsentrasi alfa selulosa yang tinggi atau tingkat kemurnian alfa selulosa tinggi. Yield adalah berat kering produk dibagi berat bahan awal dikali 100%. Berdasarkan data (Tabel 1) hasil delignifikasi NaOH menghasilkan yield terkecil dibandingkan yield hasil delignifikasi Na_2SO_3 . Hal ini disebabkan lignin lebih cepat lunak dan larut jika dipanaskan dengan larutan alkali seperti NaOH. Hal ini belum dapat membuktikan bahwa alfa selulosa hasil delignifikasi NaOH lebih baik sehingga harus dilakukan uji FTIR (Gambar 1).

Hasil Analisis *Fourier Transform Infra-Red (FTIR) Spectroscopy*

Alfa selulosa yang didapat di analisis menggunakan spektroskopi FTIR untuk mengetahui kualitas alfa selulosa yang terbaik. Hasil analisis gugus fungsi alfa selulosa terdelignifikasi NaOH dan alfa selulosa terdelignifikasi Na_2SO_3 dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Spektra FTIR selulosa terdelignifikasi NaOH



Gambar 2. Spektrum selulosa terdelignifikasi Na_2SO_3

Menurut Habibah dkk (2013), spektra FTIR selulosa murni umumnya, menunjukkan adanya gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang $3417,86 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang $2900,94 \text{ cm}^{-1}$, dan gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang $1373,32 \text{ cm}^{-1}$ (Habibah dkk, 2013). Berdasarkan spektra FTIR selulosa terdelignifikasi NaOH menunjukkan adanya gugus O-H pada bilangan gelombang $3448,72 \text{ cm}^{-1}$, gugus C-H pada bilangan $2931,80 \text{ cm}^{-1}$, tetapi tidak adanya gugus C-O. Selain bilangan gelombang yang umum pada alfa selulosa terdapat serapan bilangan gelombang $1512,19 \text{ cm}^{-1}$ yaitu vibrasi dari kerangka eter aromatik yang menandakan adanya lignin (Safrianti dkk, 2012).

Kurang efektifnya larutan NaOH dalam mendegradasi lignin dikarenakan pemasakkan menggunakan suhu 100°C . Suhu optimum delignifikasi menggunakan NaOH yaitu pada suhu 180°C . Pada suhu diatas 180°C , lignin telah habis terlarut sehingga delignifikator yang tersisa akan mendegradasi selulosa. Sementara pada suhu rendah, lignin belum terurai dan masih melindungi selulosa sehingga selulosa masih sulit untuk diakses (Permatasari dkk, 2014).

Sedangkan, spektra FTIR selulosa terdelignifikasi Na_2SO_3 menunjukkan gugus O-H pada bilangan gelombang $3448,72 \text{ cm}^{-1}$, gugus C-H pada bilangan $2931,80 \text{ cm}^{-1}$, dan gugus C-O pada bilangan gelombang $1373, 32 \text{ cm}^{-1}$. Berdasarkan 2 spektra FTIR di atas, diketahui bahwa delignifikasi dengan Na_2SO_3 dapat mengisolasi alfa selulosa lebih baik dibandingkan isolasi alfa selulosa dengan delignifikasi NaOH.

Bioadsorpsi Logam Kadmium (Cd)

Hasil pengukuran kadar logam kadmium setelah penambahan alfa selulosa terdelignifikasi NaOH dan alfa selulosa terdelignifikasi Na_2SO_3 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kadar Logam Kadmium

Alfa selulosa	Alfa selulosa (mg)				Rata – rata
	Kontrol	15	20	25	
Alfa selulosa NaOH	1,0948 ^d mg/ml	0,2711 ^b mg/ml	0,2778 ^b mg/ml	0,2318 ^a mg/ml	0,4704 ^X mg/ml
Alfa selulosa Na_2SO_3	1,0948 ^d mg/ml	0,2307 ^a mg/ml	0,2937 ^c mg/ml	0,3004 ^c mg/ml	0,4799 ^Y mg/ml
Rata – rata	1,0948 ^D mg/ml	0,2509 ^A mg/ml	0,2857 ^C mg/ml	0,2661 ^B mg/ml	

Keterangan: Hasil yang diperoleh merupakan rata – rata dari 3 ulangan dan setiap angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom dan baris menunjukkan adanya beda nyata $\alpha = 0,05$

Berdasarkan hasil pengukuran Cd (Tabel 2), kadar Cd pada larutan *stock* setelah penambahan alfa selulosa NaOH mengalami penurunan dibandingkan larutan kontrol (tanpa penambahan alfa selulosa) yaitu 1,0948 mg/ml. Kadar Cd setelah penambahan alfa selulosa NaOH 15 mg, 20 mg dan 25 mg secara berurutan adalah 0,2711 mg/ml, 0,2778 mg/ml dan 0,2318 mg/ml. Data ini menunjukkan bahwa alfa selulosa hasil delignifikasi NaOH sebanyak 25 mg mampu menurunkan kadar logam Cd dibandingkan alfa selulosa hasil delignifikasi NaOH sebanyak 20 mg dan 15 mg.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Osick (1982) yaitu permukaan adsorben memiliki situs – situs aktif yang proporsional dengan luas permukaan penyerapan. Semakin besar konsentrasi adsorben yang dikontakkan, sementara konsentrasi adsorbat tetap, maka adsorpsi ion logam meningkat secara linear sampai konsentrasi tertentu. Tingginya kadar Cd setelah penambahan alfa selulosa terdelignifikasi NaOH 15 mg dan 20 mg, karena masih adanya campuran lignin di dalam alfa selulosa terdelignifikasi NaOH. Hal ini diketahui dari hasil spektra FTIR pada Gambar 1. Keberadaan lignin dalam proses adsorpsi akan menghalangi kadmium menempel pada sisi aktif adsorben (proses transfer ion) (Safrianti dkk, 2016) sehingga dibutuhkan konsentrasi adsorben yang lebih besar dalam penyerapan logam kadmium.

Kadar logam Cd pada larutan kontrol (tanpa penambahan alfa selulosa Na₂SO₃) adalah 1,0948 mg/ml. Pada larutan logam setelah penambahan alfa selulosa yang didelignifikasi Na₂SO₃ dengan konsentrasi 15 mg, 20 mg, dan 25 mg secara berturut – turut yaitu 0,2307 mg/ml, 0,2937 mg/ml dan 0,3004 mg/ml. Hasil pengukuran kadar logam Cd dengan alfa selulosa hasil delignifikasi Na₂SO₃ berbanding terbalik dengan alfa selulosa hasil delignifikasi NaOH. Alfa selulosa terdelignifikasi Na₂SO₃ 15 mg sudah mampu menurunkan kadar Cd dibandingkan alfa selulosa Na₂SO₃ 20 mg dan 25 mg, hal ini dipengaruhi kualitas alfa selulosa. Berdasarkan pembacaan spektra FTIR pada Gambar 5, diketahui kualitas alfa selulosa yang terdelignifikasi Na₂SO₃ lebih baik dibandingkan alfa selulosa yang terdelignifikasi NaOH, sehingga dalam konsentrasi rendah alfa selulosa yang terdelignifikasi Na₂SO₃ sudah mampu menurunkan kadar logam kadmium.

Menurut Syauqiah dkk (2011) semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan, maka semakin luas permukaan penyerapan, sehingga semakin banyak zat yang teradsorpsi. Berdasarkan hasil penyerapan logam Cd dengan alfa selulosa terdelignifikasi Na₂SO₃ 20 mg dan 25 mg terjadi penurunan adsorpsi. Hal ini dikarenakan selulosa terusun atas ikatan β-1,4 glikosidik, sehingga selulosa tidak

larut dalam air. Menyebabkan selulosa tidak dapat kontak secara merata dengan larutan Cd dan proses adsorpsi kurang maksimum. Penurunan adsorpsi juga dapat disebabkan adanya interaksi yang lewat jenuh, dimana serapan ion Cd^{2+} telah mencapai puncak optimum dan mengalami reaksi pengendapan menjadi $\text{Cd}(\text{OH})_2$ atau lama kontak adsorben dengan ion logam Cd^{2+} terlalu lama sehingga logam Cd^{2+} terlepas kembali (Yusrin dkk, 2014). Kemungkinan lainnya, sifat polaritas antara adsorben dengan pelarut tinggi sehingga kontaminan kalah berkompetisi dengan ion OH pelarut dalam berikatan dengan gugus hidroksil adsorben.

Hasil Analisis Efektivitas Penyerapan Logam Kadmium (Cd)

Keefektivitasan alfa selulosa NaOH dan alfa selulosa Na_2SO_3 dalam menyerap logam Cd dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Efektivitas penyerapan kadmium

Variasi alfa selulosa	Alfa selulosa (mg)				Rata - rata
	0	15	20	25	
Alfa selulosa NaOH	0% ^a	75,23% ^c	74,63% ^c	78,83% ^d	57,17% ^X
Alfa selulosa Na_2SO_3	0% ^a	78,93% ^d	73,17% ^b	72,56% ^b	56,17% ^Y
Rata – rata	0% ^A	77,08% ^D	73,90% ^B	75,69% ^C	

Keterangan: Hasil yang diperoleh merupakan rata – rata dari 3 ulangan dan setiap angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom dan baris menunjukkan adanya beda nyata $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan data (Tabel 3) di atas, menunjukkan daya serap logam Cd yang paling efektif pada alfa selulosa NaOH adalah konsentrasi 25 mg dengan daya serap 78,83%, sedangkan alfa selulosa NaOH konsentrasi 15 mg dan 20 mg memiliki efektivitas yang sama dalam menyerap logam kadmium, masing – masing daya serapnya adalah 75,23% dan 74,63%. Alfa selulosa Na_2SO_3 yang paling efektif mengadsorpsi logam Cd secara berurutan adalah konsentrasi 15 mg dengan daya serap 78,93%, sedangkan alfa selulosa Na_2SO_3 konsentrasi 20 mg

dan 25 mg memiliki efektivitas yang sama dalam menyerap logam kadmium, masing – masing daya serapnya adalah 73,17% dan 72,56%.

Berdasarkan variasi biosorbennya, alfa selulosa yang paling efektif menyerap logam Cd adalah alfa selulosa Na_2SO_3 dibandingkan alfa selulosa NaOH. Hal ini dikarenakan dalam konsentrasi 15 mg alfa selulosa Na_2SO_3 memiliki nilai presentase daya serap yang sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai presentase daya serap alfa selulosa NaOH 25mg. Hal ini menunjukkan variasi bahan delignifikasi mempengaruhi daya serap logam Cd. Menurut Yusuf dkk (2014) delignifikasi dengan NaOH hanya memisahkan lignin dari selulosa saja, sedangkan delignifikasi dengan Na_2SO_3 , mampu memisahkan lignin dari selulosa dan juga meningkatkan situs aktif gugus adsorben agar dapat mengikat logam (Nurrohim, 2011).

Kemurnian biosorben juga mempengaruhi kemampuan daya serap biosorben. Berdasarkan hasil uji FTIR diketahui alfa selulosa terdelignifikasi Na_2SO_3 lebih baik dibandingkan alfa selulosa terdelignifikasi NaOH masih mengandung lignin, hal ini diketahui dengan munculnya bilangan gelombang $1521,19 \text{ cm}^{-1}$ pada spektra Gambar 1. Hasil penelitian Sumada dkk (2011) menunjukkan bahwa kualitas alfa selulosa hasil delignifikasi Na_2SO_3 lebih baik dibandingkan alfa selulosa delignifikasi NaOH, karena pelarut Na_2SO_3 20% memiliki pH= 11 yang lebih stabil sehingga tidak merusak alfa selulosa. Pelarut NaOH menghasilkan alfa selulosa yang lebih kecil karena NaOH mempunyai pH = 14 sehingga dapat melarutkan alfa selulosa (Sumada dkk, 2011).

4. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Isolasi alfa selulosa dengan delignifikasi Na_2SO_3 menghasilkan alfa selulosa yang lebih baik, dan penambahan 15 mg adalah yang paling efektif menyerap logam kadmium hingga 78,93%.

Saran

Alfa selulosa dari sabut kelapa terbukti mampu mengadsorpsi logam berat kadmium (Cd), sehingga bisa digunakan untuk mengadsorpsi logam berat lainnya. Penambahan emulsifier agar alfa selulosa dapat larut dalam larutan Cd sehingga alfa selulosa dapat kontak secara merata dengan Cd dan proses adsorpsi Cd lebih efektif. Suhu proses delignifikasi dengan larutan NaOH dapat dinaikkan hingga 160°C - 170°C agar proses delignifikasi lebih efektif. Pengeksplorasi lebih banyak lagi mengenai limbah lainnya yang memiliki potensi sebagai adsorben, sehingga selain membantu mengurangi jumlah polusi di lingkungan, juga memberikan nilai ekonomi terhadap limbah agar dapat di daur ulang lagi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M. Sc. selaku Dekan Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Dra. L. Indah M Yulianti, M. Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. A. Wibowo Nugroho Jati, M. S. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penelitian dan penyusunan naskah skripsi. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam proses penelitian dan penyusunan naskah.

DAFTAR PUSTAKA

- Caesari, Padil, dan Yelmida. 2014. Pemurnian Selulosa Alfa Pelepah Sawit Menggunakan Enzim *Xylanase*. *Jurnal Online Mahasiswa*. 1(1): 1 – 8.
- Habibah, R., Nasution, D. Y., dan Muis, Y. 2013. Penentuan Berat Molekul dan Derajat Polimerisasi α -Selulosa yang Berasal dari Alang – alang (*Imperata cylindrica*) dengan Metode Viskositas. *Jurnal Sintia Kimia*. 1(2): 1 – 6.
- Istarani, F., dan Pandebesie, E. S. 2014. Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik POMITS*. 3(1): 53 – 58.

- Lestari, S., Santi, D. N., dan Chahaya, I. 2012. Pemanfaatan Serbuk Eceng Gondok untuk Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) Pada Air Sumur Gali Masyarakat di Desa Namo Bintang Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang Tahun 2012. *Jurnal Kesehatan Lingkungan dan Keselamatan*. 3(1): 1 – 7.
- Nurrohmi, O. 2011. Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Adsorben Ion Logam Cd^{2+} . *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Jakarta.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. John Wiley & Sons, New York.
- Permatasari, H. R., Gulo, F., dan Lesmini, B. 2014. Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa apus*). <http://ejournal.unsri.ac.id>. 9 Juni 2016.
- Rumahlatu, D., Corebima, A. D., Amin, M., dan Rachman, F. 2012. Kadmium dan Efeknya terhadap Ekspresi Protein Metallothionein pada Deadema setosum (Echinoidea; Echinodermata). *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1(1): 26 – 35.
- Safrianti, I., Wahyuni, N., dan Zaharah T. A. 2012. Adsorpsi Timbal (II) oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat pengaruh pH dan Waktu Kontak. *JKK*. 1(1): 1 – 7.
- Saleh, A., Pakpahan, M. M. D., dan Angelina, N. 2009. Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Teknik Kimia*. 16(3): 35 – 44.
- Sumada, K., Tamara, P. E., dan Alqani, F. 2011. Kajian Proses dari Limbah Batang Tanaman *Manihot esculenta crantz* yang Efisien. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(2): 434 – 438.
- Syauqiah, I., Amalia, M., dan Kartini, H. A. 2011. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknik*. 12(1): 11 – 20.
- Yusuf, B., Alimuddin., Saleh, C., dan Rahayu, D. R. 2014. Pembuatan Selulosa dari Kulit Singkong Termodifikasi 2-merkaptobenzotiazol untuk Pengendalian Pencemaran Logam Kadmium (II). *Jurnal Sains Dasar*. 3(2): 169-173.
- Yusrin, A. F., Susatyo, E. B., dan Mahatmanti, F. W. 2014. Perbandingan Kemampuan Silika Gel dari Abu Sabut Kelapa dan Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Kadar Logam Cd^{2+} . *Jurnal MIPA*. 37(2): 154-162.