



MODIFIKASI *BAGASSE FLY ASH* (BFA) TERIMMOBILISASI ALGA *Chlorella sp* SEBAGAI ADSORBEN ION Cd^{2+} PADA LIMBAH PRAKTIKUM DI LABORATORIUM KIMIA FKIP UNS

Rahmat Kurniawan¹, Nurma Yunita Indriyanti^{1*},

Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta Jawa Tengah 57126, Indonesia

*Untuk korespondensi: Tel/Fax 08156674227, e-mailpenulis: nurma.indriyanti@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Penanganan limbah logam berat dengan bahan ramah lingkungan perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Mensintesis alga silika dari bagasse fly ash yang diimmobilisasi dengan alga *Chlorella sp* dan (2) Mengetahui pengaruh waktu kontak adsorpsi terhadap kapasitas adsorpsi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium. Pembuatan adsorben dilakukan dengan beberapa tahap yaitu :preparasi bagasse fly ash, pembuatan larutan natrium silikat, preparasi alga *Chlorella sp*, proses immobilisasi alga ke dalam matriks silika gel dari larutan natrium silikat. Uji daya adsorpsi alga silika dari bagasse fly ash yang diimmobilisasi dengan alga *Chlorella sp* terhadap ion Cd^{2+} dilakukan pada variasi waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Penentuan kadar ion Cd^{2+} sebelum dan sesudah proses adsorpsi diukur dengan spektrofotometer serapan atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Alga silika dapat disintesis dari silika bagasse fly ash yang diimmobilisasi dengan alga *Chlorella sp* berdasarkan hasil Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infra Red) pada pita serapan pada frekuensi 468,72 cm^{-1} diindikasikan sebagai vibrasi tekuk Si-O-Si ; 799,53 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur simetri Si-O-Si ; 1093,69 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur dari Si-O-Si ; 1636,67 cm^{-1} menunjukkan vibrasi asimetri N-H dan pada 3453,69 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur O-H. (2) Variasi waktu kontak paling optimum untuk mengadsorpsi ion Cd^{2+} adalah 30 menit dengan kapasitas adsorpsi adalah 0,543925 mg/g.

Kata kunci: *Bagasse Fly Ash*, *Chlorella sp*, ion Cd^{2+} . Immobilisasi

ABSTRACT

Handling of heavy metal waste with environmentally friendly materials needs to be done. This study aims to determine: (1) Synthesize silica algae from *bagasse fly ash* immobilized with *Chlorella sp* algae and (2) Determine the effect of adsorption contact time on adsorption capacity. This research uses experimental methods in the laboratory. Preparation of adsorbents is done in several stages, namely :preparation of *bagasse fly ash*, preparation of sodium silicate solution, preparation of *Chlorella sp* algae, process of immobilization of algae into silica gel matrix from sodium silicate solution. The adsorption power test of silica algae from *bagasse fly ash* immobilized with *Chlorella sp* algae to Cd^{2+} ions was carried out at contact time variations of 15, 30, 45 and 60 minutes. Determination of Cd^{2+} ion levels before and after the adsorption process was measured by the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results showed that: (1) Silica algae can be synthesized from silica *bagasse fly ash* immobilized with *Chlorella sp* algae based on Fourier Transform Infra Red (FTIR) Spectrophotometer. Results in the absorption band at a frequency of 468.72 cm^{-1} are indicated as buckling vibrations of Si-O-Si; 799.53 cm^{-1} shows symmetry stretching vibrations of Si-O-Si; 1093.69 cm^{-1} shows the stretching vibration of Si-O-Si; 1636.67 cm^{-1} indicates N-H asymmetry vibrations and at 3453.69 cm^{-1} indicates O-H stretching vibrations. (2) The most optimum variation of contact time to adsorb Cd^{2+} ions is 30 minutes with adsorption capacity of 0.543925 mg/g.

Keywords: *Bagasse Fly Ash*, Cd^{2+} ions, *Chlorella sp*, immobilization

PENDAHULUAN

Tanaman tebu (*Saccharum Officinarum L.*) adalah sejenis rumput yang tumbuh kuat dalam genus *Saccharum* [1]. Di Indonesia, luas perkebunan tebu mencapai 344 ribu hektar pada tahun 2007 dan sekitar 420,15 ribu hektare pada tahun 2017. Produksi gula yang dihasilkan pada tahun 2017 sebesar 2,19 juta ton [2]. Dalam proses produksi di pabrik gula, ampas tebu (*bagasse*) yang dihasilkan sebesar 35% s.d. 40% dari setiap tebu yang diproses dari gula yang termanfaatkan hanya 5%, sisanya berupa tetes tebu (*molase*), blotong, dan air [3]. Dari sini, dapat kita kalkulasikan bahwa di tahun 2017 ada sekitar 1,46 juta ton ampas tebu dari hasil produksi. 5% ampas yang dimanfaatkan sekitar 73 ribu ton. Masih ada sekitar 657 ribu ton ampas yang belum termanfaatkan dengan baik. Salah satu pemanfaatan limbah ampas tebu (*bagasse*) adalah sebagai bahan bakar *boiler* di pabrik gula. Proses ini menghasilkan limbah abu terbang (*fly ash*) yang ditampung di tempat penampungan. Seringkali, keberadaan limbah ini menjadi bahan protes masyarakat karena mencemari lingkungan [3].

Paturau [4] (1982 menganalisa kandungan abu ampas tebu menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) di mana abu ampas tebu mengandung silika sebesar 73,5%. Menurut Widati, dkk. [5] kandungan silika dari abu ampas tebu sebesar 88,7%. Kandungan silika yang terdapat pada abu ampas tebu adalah silika jenis organik yang

merupakan senyawa sintesis berbentuk *amorph* [6]. *Bagasse fly ash* yang mengandung silika ini memiliki potensi untuk mengadsorpsi ion logam berat. *Bagasse fly ash* telah diteliti manfaatnya untuk menghilangkan logam Ni dan Cd dari air. Sekitar 90% terjadi penghilangan logam Ni dan Cd dalam waktu 60 dan 80 menit [7]. Namun, silika gel yang dihasilkan masih memiliki kekurangan yaitu sisi aktifnya hanya siloksan dan silanol sehingga dalam efektivitas dan selektifitas pada logam berat itu lemah. Salah satu upaya meningkatkan kemampuan silika gel dalam mengadsorpsi ion logam adalah dengan menambahkan gugus aktif pada permukaan silika. Proses modifikasi dilakukan dengan mengikatkan senyawa organik yang mengandung gugus aktif (fungsional) yang sering disebut dengan immobilisasi.

Chlorella sp adalah genus mikroalga atau ganggang hijau bersel tunggal yang hidup di air tawar, laut, dan tempat basah. Alga *Chlorella sp* memiliki potensi untuk dijadikan adsorben karena mengandung gugus -OH dan C=O. Gugus -OH ini merupakan gugus hidroksil dan gugus C=O merupakan gugus karbonil dimana dapat di manfaatkan untuk proses adsorpsi [8]. Selain itu, *Chlorella* dapat digunakan sebagai agensia bioremediasi yang baik dan tidak banyak memiliki efek samping yang dapat merugikan lingkungan serta dapat menghilangkan logam berat sampai 98,7% selama 12 jam dipapar logam [9]. Dalam penelitian lain, Soltmann, dkk [10] yang meneliti tentang biosorpsi logam nikel dengan variasi jenis alga

didapatkan informasi bahwa alga yang memiliki kapasitas adsorpsi relatif tinggi yaitu alga *Chlorella sp* sebesar 43%. Di dalam upaya memaksimalkan potensinya, Imobilisasi sel terhadap alga tersebut dapat dilakukan, agar mampu memuat lebih banyak biomassa, meminimalkan penyumbatan, lebih tahan tekanan, tidak butuh perawatan dan nutrisi, dapat digunakan berulang-ulang, bahkan kemungkinan mampu menurunkan konsentrasi bahan pencemar lebih besar [11].

Aplikasi adsorben biomassa *Chlorella sp* yang terimmobilisasi pada silika gel terhadap logam Cu (II) memberikan kapasitas adsorpsi lebih besar dibanding dengan *Chlorella sp* yang tidak terimmobilisasi. Kenaikan kapasitas adsorpsi menunjukkan 5 kali lebih besar yang terjadi pada pH 5 dengan kapasitas adsorpsi 88,5 mg/g [12]. Dalam penelitian Anggrenistia, Wahyuni & Zaharah [8] yang menghasilkan adsorpsi logam Zn(II) optimum pada pH 6 dengan waktu kontak 30 menit. Selain itu, pada penelitian Putro [13] dalam penggunaan biomassa *Chlorella sp* terimmobilisasi pada silika gel untuk mengadsorpsi logam Pb (II) didapatkan kapasitas adsorpsi sebesar 2,5137 mg/g pada waktu optimum 30 menit. Dalam penelitian ini, alga silika digunakan untuk adsorpsi limbah praktikum kimia Laboratorium Kimia FKIP UNS yaitu ion logam Cd²⁺. Bagi manusia logam Cd sangat beracun dan tidak diperlukan dalam fungsi dan pertumbuhan. Keracunan akut akan menyebabkan gejala gasterointestinal dan penyakit ginjal [14]. Menurut

Pandebesie, E. S. [15] kadmium dapat terakumulasi di tubuh manusia serta baru dapat keluar dari dalam tubuh dengan waktu tunggu berkisar antara 20-30 tahun lamanya.

METODE

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer infra merah untuk karakterisasi adsorben dan spektrofotometer serapan atom untuk kapasitas adsorpsinya. Bahan yang digunakan yaitu Baggase fly ash (BFA) yang diambil dari pabrik gula tasikmadu karanganyar, alga *chorella*, NaOH, HCL, dan larutan limbah ion logam Cd²⁺ laboratorium FKIP UNS.

2. Prosedur Kerja

a. Preparasi *Bagasse Fly Ash* (BFA)

Membersihkan *Bagasse Fly Ash* dengan aquades kemudian disaring. Memanaskan dalam oven dengan suhu 100°C selama 24 jam. Menghaluskan *Bagasse Fly Ash* hingga halus dengan cara menggerus menggunakan mortar dan alu. Mengayak *Bagasse Fly Ash* dengan ayakan 100 mesh.

b. Pemurnian *Bagasse Fly Ash* (BFA)

Menambahkan 400 mL HCl 0,1 M ke dalam 40 gram BFA, kemudian panaskan sambil mengaduk selama 2 jam. Menyaring larutan dengan kertas saring Whatman No 41. Mencuci dengan aquades panas sampai pH netral (menguji dengan kertas pH). Mengeringkan hasil penyaringan pada suhu 105°C selama 4 jam.

c. Pembuatan Larutan Natrium Silikat

Mengaduk 50 ml 12 M NaOH ke dalam 20 gram BFA. Mengaduk campuran selama 4 jam dengan suhu 80°C. Kemudian saring campuran dengan kertas saring Whatman No 41. Diperoleh larutan natrium silikat (Na_2SiO_2).

d. Preparasi Sampel Alga *Chlorella*

Mencuci alga dengan aquades hingga bersih. Memisahkan alga dan aquades dengan *centrifuge* dan disaring. Mengeringkan alga yang sudah bersih pada suhu kamar selama 30 hari. Menghaluskan alga yang telah kering dan saring dengan ukuran 100 mesh. Diperoleh bubuk alga untuk immobilisasi.

e. Immobilisasi Alga ke dalam Silika Gel

100 ml larutan natrium silikat diambil lalu ditetaskan dengan HCL hingga pH netral. Campuran diaduk hingga terbentuk aqua-gel. Tambahkan biomassa mikroalga sebanyak 3 gram. Keringkan pada temperature 80° C. Mengayak alga silika dengan ayakan 200 mesh. Adsorben alga silika siap digunakan.

f. Preparasi Limbah ion Cd^{2+}

Limbah dikocok terlebih dahulu, lalu diambil 50 ml sampel tuang pada gelas beker. Tutup dengan kaca arloji dan panaskan hingga sampel tersisa \pm 20 ml. Encerkan kembali menjadi 50 ml dengan HNO_3 0,05 M. Uji konsentrasi sampel dengan AAS.

g. Mengontakkan Alga Silika dengan Limbah Ion Cd^{2+} dengan Variasi Waktu

Sebanyak 20 mg adsorben dimasukkan ke dalam botol kaca berisi masing – masing 50 ml larutan limbah $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 100 mg/L. Variasi waktu kontak adalah 15, 30, 45 dan 60 menit dengan shaker 180 rpm. Setelah

selesai kemudian filtrat disentrifugasi. Uji sampel dengan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah *bagasse fly ash* berasal dari pabrik gula Tasikmadu, Karanganyar, Jawa Tengah. Pengambilan dilakukan langsung dari tempat penimbunan *bagasse fly ash* di belakang tangki penyemprot *bagasse fly ash*. *Bagasse fly ash* merupakan abu terbang dari ampas tebu yang dibakar pada suhu 600°C pada tungku pembakaran. Pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan fraksi organik dari arang ampas tebu sehingga yang tertinggal hanya fraksi anorganiknya saja serta untuk meningkatkan kuantitas SiO_2 pada abu ampas tebu yang dihasilkan [16].

[1] Preparasi Alga

Pada tahap ini dilakukan preparasi untuk alga *Chlorella sp.* Sebelum di proses alga dicuci dengan akuades hingga bersih. Kemudian alga *Chlorella sp* dikumpulkan dengan cara disentrifuge agar alga bisa terpisah dengan akuades. Setelah terpisah selanjutnya endapan diambil dan dikeringkan. Setelah kering alga dihaluskan dengan mortar dan alu lalu diayak menggunakan saringan 100 mesh agar diperoleh alga kering yang memiliki ukuran partikel yang sama sehingga diperoleh serbuk alga *Chlorella sp* yang berwarna hijau muda dan siap untuk diimmobilisasi dengan larutan natrium silika.

[2] Preparasi BFA

Tahap kedua yakni preparasi *bagasse fly ash*, limbah *bagasse fly ash* yang didapat dari Pabrik Gula Tasikmadu dibersihkan menggunakan akuades. Fungsinya untuk

menghilangkan kotoran seperti serpihan ampas tebu dan pengotor lainnya, lalu dikeringkan untuk mengeringkan *bagasse fly ash* pada oven. Setelah kering *bagasse fly ash* dihaluskan, setelah halus *bagasse fly ash* disaring untuk menyamakan ukuran dengan ayakan 100 mesh. Hasil tersebut merupakan *bagasse fly ash* yang akan masuk ke dalam tahapan selanjutnya yaitu tahap pemurnian dan pembuatan natrium silikat. Warna BFA yang di hasilkan adalah hitam dan berbentuk serbuk yang sangat halus.

[3] Pemurnian BFA

Tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan natrium silika. Pada tahap ini, sebanyak 20 gram limbah *bagasse fly ash* direndam HCl 0,1 M 1 liter dan panaskan selama 2 jam sambil diaduk menggunakan stirrer. Larutan HCl berfungsi untuk melarutkan zat-zat pengotor yang ada dalam *bagasse fly ash*. Pemilihan larutan HCl karena adanya H^+ pada HCl mampu untuk menghilangkan oksida-oksida logam yang terdapat pada *bagasse fly ash* seperti Na_2O , K_2O dan Ca_2O [17]. Penggunaan HCl dalam proses pemurnian dikarenakan sifat kimia SiO_2 tidak larut/ reaktif terhadap semua asam kecuali HF, sehingga tidak mengurangi rendemen SiO_2 yang terbentuk [18].

Pada saat maserasi atau perendaman ditutup dengan kaca arloji dengan tujuan agar tidak ada kotoran yang masuk ke dalam wadah. Proses pengadukan dilakukan untuk mempercepat proses homogenasi larutan HCl dengan BFA. Setelah itu, campuran tersebut disaring

dengan kertas saring Whatman no. 41 hingga kering yang bertujuan untuk memisahkan residu dengan larutan HCl lalu residu dinetralkan hingga netral. Penetralkan dilakukan dengan mencuci dalam larutan akuades dan mengecek dengan pH meter. BFA yang netral ditandai dengan pHmeter yang menunjukkan pH 7 jika terkena hasil cucian BFA. Selanjutnya, keringkan di dalam oven pada suhu $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai massanya tetap sekitar 4 jam. Setelah kering didapatkan BFA yang berwarna lebih hitam dengan partikel yang halus.

[4] Pembuatan Larutan Natrium Silikat

Setelah kering diambil 20 gram BFA dan ditambah 50 ml larutan NaOH 12 M. Ekstraksi SiO_2 dari *bagasse fly ash* dilakukan dengan menggunakan NaOH untuk menghasilkan larutan Na_2SiO_3 sebagai prekursor gel. Penambahan NaOH berfungsi untuk melarutkan silika dan menghasilkan larutan natrium silika [19]. Menurut Witono [20], zat aktivasi NaOH dengan konsentrasi 12 M memberikan daya adsorpsi terbaik. Pelarutan yang diikuti dengan peleburan ini bertujuan agar pada proses perubahan *bagasse fly ash* menjadi natrium silikat menjadi sempurna [17]. Kemudian larutan dipanaskan pada suhu 80°C dengan diaduk menggunakan stirer sehingga menghasilkan larutan yang kental dan berwarna hitam selama 4 jam. Setelah itu disaring dengan kertas whatman untuk memisahkan residu dengan filtrat. Filtrat (larutan Na_2SiO_3) yang dihasilkan digunakan sebagai prekursor dalam pembuatan adsorben alga silika [17].

[5] Immobilisasi Alga ke dalam Silika Gel

Sebanyak 100 ml larutan natrium silikat ditambah dengan 3 gram serbuk alga sambil diaduk dengan stirrer sampai homogen. Dengan perlahan campuran ditetesi dengan HCL 1 M secara bertahap hingga pH menjadi 7 dengan penambahan HCl 1 M secara bertahap sehingga larutan akan mengental (membentuk gel). Asam klorida (HCl) dipilih sebagai katalis dan reaktan dalam proses sol-gel karena pori yang dihasilkan lebih seragam (*uniform*) dibandingkan asam sulfat dan asam posfat [21]. Selain itu, menurut Fatony, M. H. Adkk [22] HCl memiliki efektifitas lebih baik dengan menghasilkan kadar silika lebih tinggi daripada H₂SO₄. Penambahan asam klorida pada prekursor menyebabkan terjadinya protonasi gugus siloksi (Si-O-) menjadi silanol (Si-OH). Gugus silanol yang terbentuk kemudian diserang lanjut oleh gugus siloksi (Si-O-) dengan bantuan katalis asam untuk membentuk ikatan siloksan (Si-O-Si). Proses ini terjadi secara cepat dan terus-menerus untuk membentuk jaringan silika yang amorf. Penyerangan Si-O- terhadap Si-OH membentuk Si-O-Si sama dengan kondensasi larutan sol yang terkatalisis oleh asam. Larutan didiamkan selama semalam sampai terbentuk gel secara sempurna berwarna coklat kehijauan. Proses pendiaman sangat diperlukan karena silika gel akan terbentuk setelah 18 jam [19]. Dari proses diatas, aqua gel yang terbentuk dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 12 jam untuk menghasilkan alga silika yang bebas air. Adsorben alga silika yang didapatkan lalu dihaluskan dengan mortar alu dan diayak agar memiliki ukuran yang

sama sehingga menghasilkan alga silika yang keras, halus, dan berwarna putih kecoklatan. Adsorben alga silika siap digunakan.

[6] Preparasi Limbah

Pada tahap ini, limbah awalnya dikocok terlebih dahulu. Hal ini agar semua zat yang terkandung didalam limbah mampu tercampur merata. Kemudian diambil 50 ml sampel lalu tuang pada gelas beker. Kemudian tutup gelas beker dengan kaca arloji sambil dipanaskan hingga tersisa ± 20 ml. Encerkan kembali menjadi 50 ml dengan HNO₃ 0,05 M. Penambahan asam nitrat bertujuan untuk melarutkan analit logam dan menghilangkan zat pengganggu yang terdapat dalam contoh uji dalam air dan air limbah dengan bantuan pemanas listrik yang kemudian diukur dengan SSA menggunakan gas asetilen (C₂H₂) [23]. Pada tahap akhir dilakukan uji konsentrasi sampel dengan AAS.

[7] Karakterisasi Alga Silika

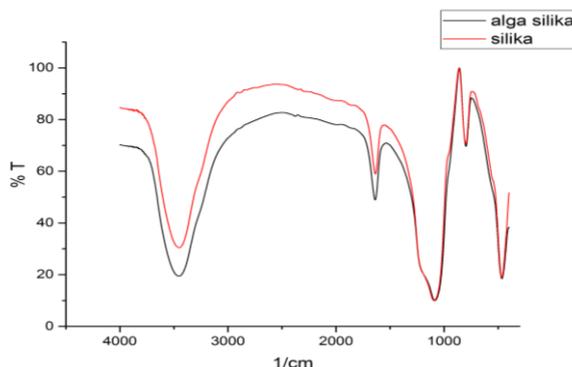
Berdasarkan hasil FTIR pada gambar 1, dapat diketahui berbagai gugus fungsi yang terkandung dalam silika gel tanpa penambahan Alga *Chlorella sp.* Gugus fungsi tersebut antara lain : Pita serapan pada frekuensi 464,86 cm⁻¹ diindikasikan sebagai vibrasi tekuk Si-O-Si [18]. Pada bilangan gelombang 797,6 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi ulur simetri Si-O-Si [24]. Pita serapan kuat pada frekuensi 1085,97 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi ulur dari Si-O-Si. Pita pada frekuensi 1638,6 cm⁻¹ dan 3453,69 cm⁻¹ berturut-turut menurut

Sastrohamidjojo [25] merupakan vibrasi asimetri N-H dan vibrasi ulur O-H.

menggunakan instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) di Sub Laboratorium UNS Surakarta.

8. Pengontakan

Analisis perhitungan efektivitas adsorben alga silika dengan variasi waktu dilakukan dengan



Gambar 1. Grafik spektra FTIR silika (merah) dan alga silika (hitam)

Penentuan waktu kontak adsorben optimum bertujuan untuk mengetahui waktu kontak optimum yang digunakan untuk menyerap ion Cd²⁺ dengan massa adsorben konstan. Pada penelitian ini menggunakan variasi waktu pengontakan adsorben alga silika yaitu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Pengontakan dilakukan dengan sistem *batch*, yaitu system dimana adsorben sebanyak 20 mg dimasukkan ke dalam larutan adsorbat 50 ml lalu di lakukan pengadukan menggunakan sheker dengan batas waktu yang telah ditentukan. Tahap selanjutnya yaitu

melakukan sentrifugasi terhadap sampel selama 15 menit agar terjadi pengendapan. Terakhir, sampel disaring dan siap diuji dengan AAS.

Berdasarkan tabel 1, interaksi antara ion Cd²⁺ pada adsorben alga silika menunjukkan peningkatan proses adsorpsi sejalan dengan bertambahnya waktu interaksi. Waktu pengontakan 30 menit sudah optimum yaitu mencapai 24,91% ion Cd²⁺ yang teradsorpsi di mana ion Cd²⁺ dalam adsorbat sudah berkurang cukup banyak dibandingkan variasi waktu pengontakan yang lainnya

Tabel 1. Persentase ion logam Cd yang terserap oleh adsorben alga silika dengan variasi waktu kontak

Waktu kontak menit	Co terukur (mg/L)	Ce (mg/L)	Ct (mg/L)	% logam teradsorpsi	Q (mg/g)
15	0,8733	0,8525	0,0208	3,2978 %	0,052
30	0,8733	0,65573	0,21757	24,91 %	0,543925
45	0,8733	0,7144	0,1589	18,19 %	0,39725
60	0,8733	0,703	0,1703	19,5 %	0,42575

Menurut Riskadita [26], waktu optimal adsorpsi logam Cd dengan Kitosan-Silika sebesar 45 menit. Selain itu, penelitian Raziah dkk [27] mengenai adsorpsi ion logam Cd dengan zeolit yang berbahan dasar silika memiliki waktu kontak optimal 40 menit. Jadi, dapat disimpulkan bahwa rentang waktu terbaik adsorpsi ion logam Cd²⁺ sekitar 30 s.d. 45 menit.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Alga silika dapat disintesis dari silika *bagasse fly ash* yang diimmobilisasi dengan alga *Chlorella sp* menghasilkan adsorben yang lebih baik dengan hasil FTIR pada pita serapan pada frekuensi 468,72 cm⁻¹ diindikasikan sebagai vibrasi tekuk Si-O-Si; 799,53 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi ulur simetri Si-O-Si; 1093,69 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi ulur dari Si-O-Si; 1636,67 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi asimetri N-H dan pada 3453,69 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ulur O-H.

Variasi waktu kontak paling optimum untuk mengadsorpsi ion logam Cd²⁺ adalah 30 menit dengan persentase teradsorpsi adalah 24,91 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Program Studi Pendidikan Kimia FKIP, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Ningrum, U. A., "Sintesis Selulosa Sitrat dari Selulosa Ampas Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Melalui Reaksi Esterifikasi Dengan Asam Sitrat sebagai Adsorben Ion Seng (Zn²⁺) pada Limbah Industri Sarung Tangan Karet," 2018.
- [2] Statistik, B. P., "Statistik Tebu Indonesia 2017," Diakses tanggal 6, 2019.
- [3] Misran, E., "Industri Tebu Menuju Zero Waste Industry," *Jurnal Teknologi Proses*, 4(2), 6–10, 2005.
- [4] Paturau, J. M., "By product of the cane sugar industry, an introduction to their industrial utilization, third completely revised addition," 1982.
- [5] Widati, A. A., Baktir, A., & Hamami, S. (2012). H., dan Rahmawati, R., "Synthesis Of Zeolite A From Bagasse And Its Antimicrobial Activity On *Candida albicans*," *Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(2), 36-48, 2010.
- [6] Affandi, S., dkk., "A Facile Method for Production of High-Purity Silica Xerogels from Bagasse Ash," *Advanced Powder Technology*, 20: 468–472, 2009.
- [7] Srivastava, V. C., Mall, I. D., & Mishra, I. M., "Equilibrium modelling of single and binary adsorption of cadmium and nickel onto bagasse fly ash," *Chemical Engineering Journal*, 117, 79–91, 2006.
- [8] Anggrenistia, F., Wahyuni, N., & Zaharah, T. A., "Adsorpsi Ion Logam Zn (II) Menggunakan Biomassa *Chlorella sp.* yang Diimmobilisasi pada Silika Gel," *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(3), 2015.
- [9] Hanifa, L., & Zulaika, E., "Potensi Sel *Chlorella sp.* Inaktif Sebagai Biosorben Logam Berat Cd²⁺," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(2), E33-E37, 2014.
- [10] Soltmann, U., Matys, S., Kieszig, G., Pompe, W., & Bottcher, H., "Algae- Silica Hybrid Materials for Biosorption of Heavy Metals," *Journal of Water Resource and Protection*, 02(02), 115–122, 2010.

- [11] Purnamawati, F. S., Soeprobowati, T. R., & Izzati, M., "Potensi *Chlorella vulgaris* Beijerinck Dalam Remediasi Logam Berat Cd Dan Pb Skala Laboratorium," *Biom: Berkala Ilmiah Biologi*, 16(2), 102-113, 2015
- [12] Hastuti, R., & Gunawan, G., "Amobilisasi Biomassa *Chlorella Sp* pada Silika Gel sebagai Adsorben Tembaga," *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 9(2), 40-44, 2006.
- [13] Putro, Tomas Istantyo, "Immobilisasi Alga Silika dari Bagasse Fly Ash dan Alga *Chlorella Sp* sebagai Adsorben Ion Pb^{2+} Limbah Praktikum di Laboratorium Kimia FKIP UNS," *Seminar kimia FKIP UNS*, 2018.
- [14] Said, N. I., "Metoda penghilangan logam berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) di dalam air limbah industri," *Jurnal Air Indonesia*, 6(2), 2010.
- [15] Istarani, F. F., & Pandebesie, E. S., "Studi dampak arsen (As) dan kadmium (Cd) terhadap penurunan kualitas lingkungan," *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), D53-D58, 2014.
- [16] Yusuf, M., Suhendar, D., & Hadisantoso, E. P., "Studi Karakteristik Silika Gel Hasil Sintesis dari Abu Ampas Tebu dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida," *Jurnal istek*, 8(1), 2014.
- [17] Mujiyanti, D. R., & Nuryono, E. sri kurnati, "Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Yang Diimmobilisasi Dengan 3- (Trimetoksisilil)-1-Propantiol," *Journal of Chemical Information and Modeling*, 4(2), 150–167, 2010.
- [18] Trivana, L., Sugiarti, S., & Rohaeti, E., "Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3) dari Sekam Padi," *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(2), 66-75, 2015.
- [19] Kalapathy, U., Proctor, A., & Shultz, J., "A simple method for production of pure silica from rice hull ash," *Bioresource Technology*, 73, 257–262, 2000.
- [20] Witono, J. R. B., & Miryanti, Y. A., "Pengembangan Adsorben Activated Fly Ash untuk Reduksi Ion Cu^{2+} dan Cr^{6+} dalam Limbah Cair Industri Tekstil," *Research Report-Engineering Science*, 2, 2015.
- [21] Hayati, D., Pardoyo, P., & Azmiyawati, C., "Pengaruh Variasi Jenis Asam terhadap Karakter Nanosilika yang Disintesis dari Abu Sekam Padi," *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 20(1), 1-4, 2017.
- [22] Fatony, M. H. A., Haryati, T., & Mintadi, M., "Ekstraksi Silika Dari Fly Ash Batubara (Studi Pengaruh Variasi Waktu Ekstraksi, Jenis Asam Dan pH)," 2015.
- [23] Badan Standar Nasional Indonesia "SNI Air dan air limbah – Bagian 17: Cara uji krom total (Cr- T) dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala".
- [24] Alba, M. D., Luan, Z., & Klinowski, J., "Titanosilicate Mesoporous Molecular Sieve MCM-41 : Synthesis and Characterization," *J. Phys. Chem.*, 2178–2182, 1996.
- [25] Sastrohamidjojo, H., *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty, 34-35, 1991.
- [26] Riskadita, R., "Pengaruh pH, Lama Kontak, dan Konsentrasi pada Adsorpsi Ion Logam Cd^{2+} Menggunakan Kitosan-Silika," Skripsi, *Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang*, 27, 2017.
- [27] Raziah, C., Putri, Z., Lubis, A. R., & Mulyati, S., "Penurunan kadar logam kadmium menggunakan adsorben nano

zeolit alam aceh,” *Jurnal Teknik Kimia*
USU, 6(1), 1-6, 2017.

TANYA JAWAB

PEMAKALAH : Rahmat Kurniawan

PENANYA : Budi Hastuti

PERTANYAAN :

Bagaimana mekanisme sintesis BFA dengan alga dan kenapa hanya memeriksa waktu kontak nya saja?

JAWABAN :

Proses sistesis BFA dipreparasi dengan alga mereaksikan BFA + HCl sehingga ion terseleksi, membersihkan mineral dan didapatkan silamon dan siloson yang bersih, setelah itu dicampurkan dengan NaOH dan di campur alga, lalu di panaskan sampa menjadi gel dan dilakukan kontak. Peneltian ini sebatas waktu kontak karena terhenti akibat pandemi.