

## ADSORPSI ION LOGAM Zn (II) MENGGUNAKAN BIOMASSA *Chlorella* sp. YANG DIIMOBILISASI PADA SILIKA GEL

Fitri Anggrenistia<sup>1\*</sup>, Nelly Wahyuni<sup>1</sup>, Titin Anita Zaharah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi,

\* email: fitri.anggrenistia@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai adsorpsi ion logam seng (II) menggunakan adsorben biomassa *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada silika gel. Adsorben yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer inframerah (IR). Spektrum IR menunjukkan adanya ikatan pada *Chlorella* sp. imobilisasi, terlihat pada bilangan gelombang  $3448,72\text{ cm}^{-1}$  merupakan gugus O-H dari Si-OH, bilangan gelombang  $1635,64\text{ cm}^{-1}$  merupakan gugus C=O dan bilangan gelombang  $1087,85\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan gugus Si-O-Si. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, seperti pengaruh pH sistem, waktu adsorpsi, dan konsentrasi awal seng (II). Kadar seng (II) hasil adsorpsi diukur dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum adsorpsi terjadi pada pH 6 dengan waktu kontak optimum 30 menit. Kapasitas adsorpsi maksimum biomassa *Chlorella* sp. imobilisasi menurut isoterm Freundlich sebesar  $9,332\text{ mg/g}$ .

**Kata kunci:** adsorpsi, *Chlorella* sp., imobilisasi, seng (II), silika gel

### PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan oleh logam berat merupakan masalah yang perlu ditangani secara serius. Salah satu logam yang banyak ditemukan di perairan adalah seng (Zn). Menurut Badan Lingkungan Hidup Kota Pontianak (2013), keberadaan logam Zn di perairan khususnya Sungai Kapuas melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar  $0,06\text{ mg/L}$ . Adanya logam seng (Zn) di dalam air yang melampaui batas dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi manusia karena dapat terakumulasi pada makhluk hidup dan tidak dapat terdegradasi.

Beberapa metode untuk menghilangkan logam berat dari perairan telah banyak dilakukan salah satunya adalah adsorpsi. Metode ini mempunyai keunggulan dibandingkan dengan metode lain karena biaya yang diperlukan rendah, tingkat efisiensi tinggi dan tidak memberikan hasil samping berupa zat beracun (Pratama, 2015). Saat ini telah dikembangkan beberapa jenis adsorben untuk mengadsorpsi logam berat, salah satunya adalah dengan memanfaatkan mikroalga. Mikroalga dapat menyerap ion-ion logam

karena memiliki sejumlah gugus fungsional seperti hidroksil, karboksil, amino dan sulfat yang dapat digunakan untuk berikatan dengan ion logam (Susilawati, 2009).

*Chlorella* sp. merupakan mikroalga yang mempunyai kelimpahan cukup besar di perairan laut, mudah dibudidayakan, cepat berkembang biak, dan mempunyai daya adaptasi kuat. Biomassa mikroalga yang digunakan untuk adsorpsi logam adalah sel mikroalga mati yang diperoleh dengan cara pengeringan beku dari sel hidupnya (Hastuti dan Gunawan, 2006).

Namun, biomassa mikroalga memiliki beberapa kelemahan seperti berat jenis yang rendah dan mudah rusak karena degradasi oleh mikroorganisme lain (Putra dan Sinly, 2006). Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka berbagai upaya dilakukan, diantaranya dengan metode imobilisasi. Imobilisasi merupakan metode untuk mengikat sel ke dalam suatu matriks pendukung untuk meningkatkan stabilitasnya dengan syarat aktivitas dari sel tersebut masih tetap ada dan dapat digunakan secara kontinu. Imobilisasi biomassa *Chlorella* sp. pada silika gel akan menghasilkan adsorben yang akan

meningkatkan daya adsorpsi (Susanti, 2009).

Salah satu material yang memiliki kandungan silika adalah abu terbang (*fly ash*). Abu terbang merupakan limbah padat industri kelapa sawit dengan kandungan utama silika sebesar 30,25%-36,83% ( $\text{SiO}_2$ ), alumina 14,52%-23,78% ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan besi oksida 13,46%-19,94% ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sisanya adalah kalsium, magnesium, natrium, dan belerang (Paiton, 2002).

Untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada biomassa *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada silika gel, dilakukan karakterisasi dengan Spektrofotometer Inframerah (IR) dan untuk mengetahui penurunan kadar ion logam Zn oleh biomassa *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada silika gel digunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan variabel variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi awal logam untuk menentukan kapasitas adsorpsi maksimum dari *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada silika gel.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

#### Alat

Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik, oven, peralatan gelas standar, pH meter Hanna Instrument, *sentrifuge*, *shaker*, *stirrer*, spektrofotometer FT-IR 8201PC Shimadzu, dan spektrofotometer serapan atom Shimadzu AA-7000.

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah *Chlorella* sp. yang diperoleh dari Laboratorium pakan alami Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara dan Abu terbang (*fly ash*) kelapa sawit dari PT. Bumi Pratama Khatulistiwa-pom Pontianak. Bahan-bahan yang digunakan adalah akuades ( $\text{H}_2\text{O}$ ), asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), indikator universal, asam klorida ( $\text{HCl}$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan seng nitrat ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ).

### Prosedur Penelitian

#### Preparasi Sampel Abu Terbang (*fly ash*)

Sebanyak 50 gram sampel abu terbang yang diambil dari PT. Bumi Pratama Khatulistiwa-pom Pontianak direndam dalam air panas selama 2 jam untuk mengekstrak bahan organik larut air

sehingga tidak menjadi pengotor dalam proses ekstraksi silika.

#### Pembuatan Larutan Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dari Abu Terbang

Sebanyak 25 gram sampel direndam dalam larutan 100 mL  $\text{NaOH}$  dengan konsentrasi 3 M. Sampel kemudian diaduk dan dipanaskan hingga mendidih yang disertai pengadukan dengan kecepatan 150 rpm selama 120 menit. Selanjutnya sampel disaring dan filtrat yang mengandung silika terlarut ditampung (Retnosari, 2013).

#### Imobilisasi Biomassa *Chlorella* sp. dengan Larutan $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

Sebanyak 100 mL larutan natrium silikat diambil dan diteteskan dengan  $\text{HCl}$  pekat hingga  $\text{pH} = 7$ . Campuran diaduk sampai diperoleh aqua-gel (hidrogel), dan ditambahkan biomassa mikroalga sebanyak 3 gram. Kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur  $80^\circ\text{C}$ . Selanjutnya sampel dianalisis menggunakan IR (Prastiyanto dkk, 2008; Safitri, 2012).

#### Penentuan pH Optimum

Penentuan pH optimum dilakukan dengan menggunakan variasi pH larutan  $\text{Zn}(\text{II})$  4,5,6,7 dan 8. Pengaturan pH menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$  dan larutan  $\text{NaOH}$  0,1 M. Sebanyak 200 mg adsorben dimasukkan ke dalam botol kaca yang berisi masing-masing 50 mL larutan  $\text{Zn}(\text{II})$  dengan konsentrasi 5 mg/L. Kemudian dikocok menggunakan *rotary shaker* selama 60 menit dengan kecepatan 150 rpm. Larutan yang telah dikontakkan, didiamkan selama 15 menit kemudian disaring menggunakan kertas. Konsentrasi  $\text{Zn}(\text{II})$  dalam filtrat hasil penyaringan ditentukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (Ronaldo dkk, 2013 dengan modifikasi).

#### Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan menggunakan variasi waktu kontak 15, 30, 45, 60, dan 70 menit. Sebanyak 200 mg adsorben dimasukkan ke dalam botol kaca yang berisi masing-masing 50 mL larutan  $\text{Zn}(\text{II})$  dengan konsentrasi 5 mg/L dengan pH optimum. Kemudian dikocok menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 150 rpm dengan waktu kontak yang divariasikan. Larutan yang telah

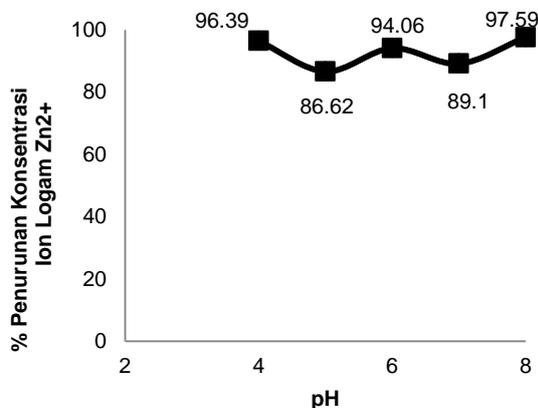


ulur asimetris Si-O-Si. Pita serapan disekitar bilangan gelombang 1018,41  $\text{cm}^{-1}$  diidentifikasi sebagai vibrasi ulur C-O.

Pada spektra *Chlorella* sp. yang telah diimobilisasi pada silika gel, terlihat serapan di bilangan gelombang 3448,72  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan serapan dari vibrasi ulur O-H dari Si-OH. Adanya serapan kuat disekitar bilangan gelombang 1635,64  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur C=O. Pita serapan yang cukup tajam di daerah 1087,85  $\text{cm}^{-1}$  diidentifikasi sebagai vibrasi ulur asimetris Si-O-Si. Gugus-gugus aktif inilah yang diharapkan dapat berinteraksi dengan logam Zn(II) pada saat proses adsorpsi (Susilawati, 2009).

**Penentuan pH Optimum**

Penentuan pH optimum dilakukan pada variasi pH 4, 5, 6, 7 dan 8 yang sesuai dengan bentuk spesies  $\text{Zn}^{2+}$  pada pH tertentu. Hubungan antara variasi pH terhadap persentase logam yang teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 3.



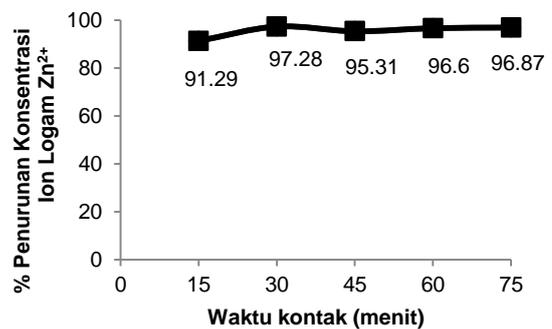
Gambar 3. Pengaruh pH larutan terhadap penurunan konsentrasi ion logam Zn<sup>2+</sup>

Berdasarkan uji statistik ANOVA menggunakan uji *least significant difference* (LSD) menunjukkan bahwa pada derajat kepercayaan 95%, adsorpsi *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada silika gel dengan variasi pH 4, 5, 6, 7, dan 8 tidak berbeda nyata. Oleh karena itu pH 6 dipilih sebagai pH optimum dalam penelitian. Dengan demikian pemilihan pH 6 berdasarkan pH air sungai Kapuas yang berada di kisaran pH 6-7, sehingga jika diaplikasikan pada sampel air sungai tidak diperlukan pengkondisian pH. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hafifi

(2004), adsorpsi ion seng ( $\text{Zn}^{2+}$ ) oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae* dengan perlakuan NaOH memiliki pH optimum 6. Darmayanti dkk, (2012) juga melaporkan bahwa adsorpsi maksimum Zn(II) menggunakan arang hayati (*biocharcoal*) kulit pisang kepok terjadi pada pH 6, serta Pratama dkk, (2015) adsorpsi logam Zn(II) menggunakan kitin terikat silang glutaraldehyd juga optimum di pH 6.

**Penentuan Waktu Kontak Optimum**

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan pada variasi 15, 30, 45, 60, dan 75 menit. Hubungan antara variasi waktu kontak terhadap persentase logam yang teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh pH larutan terhadap penurunan konsentrasi ion logam Zn<sup>2+</sup>.

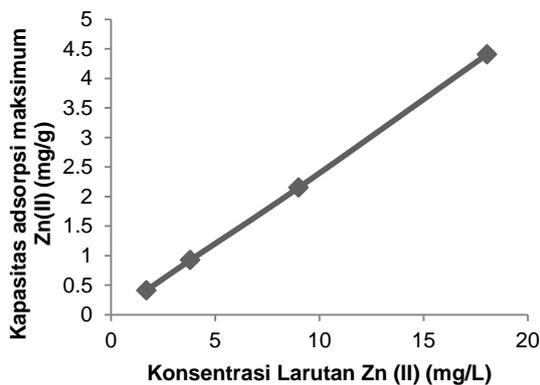
Pada Gambar 4 terlihat bahwa jumlah Zn(II) yang teradsorpsi meningkat pada 30 menit pertama. Pada waktu kontak 30 menit telah terjadi kenaikan adsorpsi dengan presentase tertinggi yaitu sebesar 97,28%. Kenaikan proses adsorpsi dikarenakan semakin lama waktu kontak maka semakin banyak adsorben yang akan berinteraksi dan bertumbukkan dengan larutan Zn(II) sehingga semakin besar adsorpsi yang terjadi. Kesetimbangan terjadi pada waktu kontak 30 menit sehingga pada waktu kontak 45-75 menit terjadi penurunan persen adsorpsi dan cenderung konstan (Sinaga dkk, 2015).

Berdasarkan uji statistik ANOVA menggunakan uji *Least Significant Difference* (LSD) menunjukkan bahwa pada derajat kepercayaan 95 %, adsorpsi *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada silika gel pada waktu kontak 15 menit berbeda nyata dengan waktu kontak 30, 45, 60 dan

75 menit. Pada waktu kontak 30 tidak berbeda signifikan dengan 15 menit, begitu juga dengan waktu kontak 45, 60 dan 75 menit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu kontak optimum dalam penelitian ini adalah 30 menit.

*Kapasitas Adsorpsi Chlorella sp. yang Diimobilisasi pada Silika Gel*

Peningkatan jumlah konsentrasi Zn(II) teradsorpsi pada awal konsentrasi Zn(II) hingga konsentrasi 18,05 mg/L. terlihat pada Gambar 5. Hal tersebut disebabkan permukaan adsorben belum mengalami kejenuhan sehingga adsorpsi masih cenderung meningkat. Semakin naiknya konsentrasi Zn(II) maka semakin banyak molekul Zn(II) yang berinteraksi dengan adsorben.

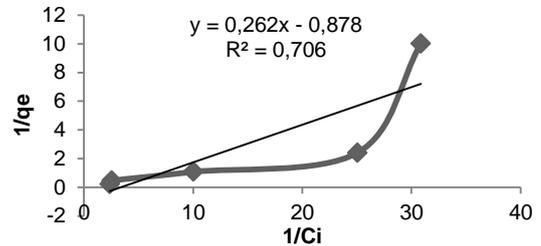


Gambar 5. Hubungan konsentrasi logam terhadap kapasitas adsorpsi oleh *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada Silika Gel

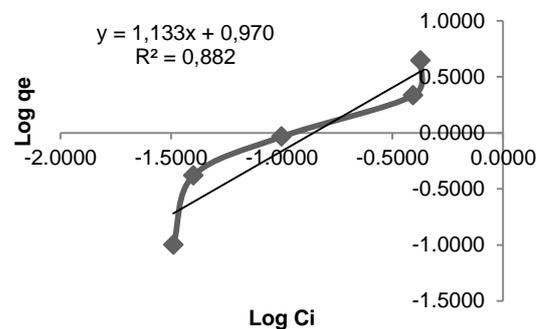
Proses adsorpsi Zn(II) oleh *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada silika gel dapat dijelaskan dengan menggunakan dua persamaan isoterm yaitu persamaan isoterm Langmuir dan persamaan isoterm Freundlich. Gambar 6 merupakan grafik isoterm Langmuir yang diperoleh dengan cara memplotkan nilai  $1/C_e$  terhadap  $1/q_e$ . Hasil persamaan garis linear grafik tersebut diperoleh nilai kapasitas adsorpsi maksimum (Q), konstanta adsorpsi Langmuir (b) dan koefisien relasi ( $R^2$ ). Kapasitas adsorpsi maksimum kitosan terimobilisasi ditizon menurut isoterm Langmuir yaitu sebesar 1,138 mg/g sedangkan nilai konstanta adsorpsi Langmuir sebesar 3,355.

Gambar 7 merupakan grafik isoterm Freundlich yang diperoleh dengan memplotkan nilai  $\log C_e$  terhadap  $\log q_e$ .

Hasil persamaan garis linear pada grafik diperoleh nilai konstanta adsorpsi Freundlich ( $K_f$ ), nilai eksponen isoterm Freundlich (n), dan koefisien korelasi ( $R^2$ ). Nilai konstanta adsorpsi Freundlich ( $K_f$ ) menunjukkan kapasitas adsorpsi yaitu sebesar 9,332 mg/g sedangkan eksponen Freundlich (n) yaitu sebesar 0,882.



Gambar 6. Grafik Isoterm adsorpsi Langmuir Zn(II) oleh *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada Silika Gel



Gambar 7. Grafik Isoterm adsorpsi Freundlich Zn(II) oleh *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada Silika Gel

Berdasarkan nilai  $R^2$  yang diperoleh pada hasil analisis, adsorpsi Zn(II) oleh *Chlorella* sp. yang diimobilisasi pada silika gel secara matematis sesuai dengan model isoterm Langmuir dan Freundlich. Namun nilai  $R^2$  pada isoterm Freundlich sebesar 0,882 lebih tinggi daripada isoterm Langmuir yaitu 0,706. Isoterm Freundlich menunjukkan bahwa proses penyerapan tersebut terjadi pada situs aktif yang bersifat heterogen. Jika dilihat dari gugus-gugus fungsi pada *Chlorella* sp. Imobilisasi yang berperan dalam proses adsorpsi yaitu gugus hidroksil, karbonil dan siloksan, maka dalam isoterm adsorpsi Freundlich diasumsikan gugus-gugus tersebut memiliki potensi penyerapan yang berbeda-beda.

**SIMPULAN**

Adsorpsi logam Zn(II) optimum pada pH 6 dengan waktu kontak 30 menit. Kapasitas adsorpsi maksimum Zn(II) oleh *Chlorella* sp. yang diimmobilisasi pada silika gel yaitu sebesar 9,332 mg/g.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Lingkungan Hidup Kota, 2013, Laporan Pemantauan Kualitas Air, Pontianak.
- Brinker, C.J and Scherer., 1990, Sol-Gel Science : The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing, *Academic Press*, San Diego.
- Darmayanti; Rahman, N.; Supriadi, 2012, Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (*biocharcoal*) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH, *J.Akad.Kim*, 1 (4) : 159-165.
- Hafifi, A., 2004, Biosorpsi Ion Seng (II) oleh Biomassa *Saccharomyces cerevisiae* dengan Perlakuan NaOH, Universitas Sebelas Maret, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Surakarta, (Skripsi).
- Hastuti dan Gunawan, 2006, Amobilisasi Biomassa *Chlorella* sp. pada Silika Gel Sebagai Adsorben Tembaga, *JSKA*, 9 (2).
- Paiton, P.J.B., 2002, *Material Safety Data Sheet*, PT. Pembangunan Jawa Bali Unit Pembangunan Paiton, Probolinggo.
- Prastiyanto, A.; Azmiyanti, C.; Darmawan, A., 2008, Pengaruh Penambahan Merkaptobenzotiazol (MBT) Terhadap Kemampuan Adsorpsi Gel Silika dari Kaca pada Ion Logam Kadnium, *Kimia Anorganik Jurusan Kimia Universitas Diponegoro*, 1-13.
- Pratama, O.Y.; Darjito; Tjahjanto, R.T., 2015, Pengaruh pH dan waktu kontak pada Adsorpsi Zn (II) Menggunakan Kitin Terikat Silang Glutaraldehyd, *Kimia Student Journal*, 1 (1) : 741-747.
- Putra dan Sinly, E., 2006, Tinjauan Kinetika dan Termodinamika Proses Adsorpsi Ion Logam Pb, Cd, dan Cu oleh Biomassa Alga *Nannochloropsis* sp. yang diimmobilisasi Polietilamina-Glutaraldehyd, Laporan Penelitian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Retnosari, A., 2013, Ekstraksi dan Penentuan Kadar Silika (SiO<sub>2</sub>) Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara, Universitas Jember, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jember, (Skripsi).
- Ronaldo ; Silalahi I.H ; Wahyuni, N., 2013, Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Menggunakan Biomassa Alga Coklat (*Sargassum crassifolium*) yang Terenkapsulasi Aqua-gel Silika, *J.Kimia Khatulistiwa*, 2 (3) : 148-152.
- Safitri, M.N., 2012, Sintesis Silika Gel Fasa Terbalik untuk Kromatografi Kolom dari Limbah Kaca, Universitas Tanjungpura, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Pontianak (Skripsi).
- Sinaga, R.S.; Purwonugroho, D; Darjiti, 2015, Adsorpsi Seng (II) oleh Biomassa *Azolla microphylla* diesterifikasi dengan Asam Sitrat : Kajian Desorpsi Menggunakan Larutan HCl, *Mahasiswa Kimia*, 1 (1) : 629-635.
- Susanti, T., 2009, Studi Biosorpsi Ion Logam Cr (VI) Oleh Biomassa Alga Hijau yang Diimmobilisasi pada Kalsium Alginat, Universitas Indonesia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Depok, (Skripsi).
- Susilawati, 2009, Studi Biosorpsi Ion Logam Cd (II) Oleh Biomassa Alga Hijau yang diimmobilisasi pada Silika Gel, Universitas Indonesia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Depok, (Skripsi).