

STUDI SERAPAN ION SENG(II) OLEH BIOMASSA MIKROALGA (*Tetraselmis chuii*)

Bahrizal dan Rahadian Z

Staf pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang

ABSTRACT

In the present work, the process of zinc-ion adsorption by *T. chuii* biomass has been investigated. This investigation intend to determine the capacity of adsorption the biomass for zinc-ion in water. A weight of 100 mg biomass was put into 6 ppm of the metal-ion solution whose pH varied from 5.0 to 7.0. Then, these solutions were stirred for 30 minutes. After filtering, the metal-ion concentration in the filtrate was determined by atomic absorption spectrometry. The amount of ion adsorbed by the biomass was taken as the difference between the initial and final concentration of the solution. Further, the same method was carried out to the varied concentration. The result showed, the optimum pH for metal-ion adsorption by the biomass is 5.5, having adsorption value 1.106 mg/g. Capacity of zinc-ion adsorption was obtained by varied concentration, yielded value of 3.557 mg/g.

Keywords : *T. chuii*, biomass, adsorption, spectrometry

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya aktivitas manusia diberbagai sektor, menyebabkan peningkatan jumlah dan jenis pencemar, terutama di perairan. Beberapa industri dihadapkan pada masalah tentang teknologi pemisahan logam-logam berat (toksik) dari limbahnya. Tercemarnya suatu lingkungan oleh logam toksik selalu menjadi masalah. Bahaya akibat kasus pencemaran logam berat pada sistem perairan telah pernah dilaporkan. Salah satu kasus yang cukup terkenal adalah peristiwa Minamata, Jepang. Keracunan ini terjadi disebabkan pembuangan limbah industri mengandung logam merkuri (Hg) ke Teluk Minamata, kemudian penduduk setempat mengkonsumsi ikan yang diperoleh dari perairan tersebut^[1].

Limbah industri yang mengandung seng dapat berasal dari berbagai industri seperti industri pelapisan logam (*electroplating*), industri baterai, paduan logam, industri kertas dan peralatan televisi. Limbah industri yang mengandung seng ini dapat pula menimbulkan keracunan seperti yang terjadi di Teluk Minamata, Jepang^[1].

Biasanya pengolahan limbah logam toksik dilakukan dengan cara kimia. Menurut Harris dan Ramelow, penggunaan cara kimia untuk mengatasi limbah logam toksik memerlukan biaya operasional yang relatif mahal^[2]. Di samping itu, dengan cara kimia masih ada beberapa jenis logam tidak dapat diatasi secara sempurna. Salah satu cara alternatif pemisahan logam toksik dengan biaya lebih murah adalah menggunakan alga sebagai bahan penyerap. Oleh sebab itu perlu diadakan usaha agar jumlah logam toksik (seperti seng) yang masuk ke sistem perairan menjadi sekecil mungkin dan dengan biaya pengolahan yang relatif lebih murah. Mahan dan Holcombe melaporkan bahwa, beberapa jenis mikroalga (fitoplankton) dan mikroorganisme lain dapat menyerap ion-ion logam berat dalam air^[3].

Menurut Torres dkk., kemampuan fitoplankton untuk menyerap ion-ion logam kadmium, tembaga dan seng telah dikenal baik^[4]. Fitoplankton dapat mengakumulasi sejumlah besar logam kadmium, meskipun logam tersebut berada dalam air laut dengan konsentrasi rendah.

Zhou melaporkan bahwa dari beberapa jenis mikroorganisme yang telah diteliti, alga

mendapat perhatian yang besar, karena terutama alga laut terdapat melimpah di lingkungan samudera dan relatif murah untuk memprosesnya di samping mikroorganisme ini dapat menyerap logam dengan konsentrasi tinggi^[5].

Serapan logam oleh mikroalga dapat terjadi karena dinding sel organisme tersebut terdiri atas berbagai senyawa organik yang memiliki gugus fungsional yang bersifat sebagai ligan (mengandung atom donor elektron) seperti: amina, amida, imidazol, hidroksil, karboksilat, tiol, tioeter dan gugus-gugus lain yang berpotensi untuk mengikat logam^[6].

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuti mikroalga merupakan alga berukuran kecil (renik) dimana tubuhnya terdiri dari satu sel, hidup di laut pada suhu sekitar 3-30°C, salinitas optimum untuk pertumbuhan berkisar antara 25-29 per mil^[7]. Organisme ini mempunyai daur hidup yang pendek sehingga mampu berkembang biak dalam waktu yang singkat. Hal ini sangat menguntungkan karena mikroalga dapat dipanen dengan frekuensi yang lebih tinggi.

Mikroalga memiliki ukuran sel yang jauh lebih kecil, sehingga memiliki luas permukaan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan organisme lain dengan massa yang sama. Dengan demikian kemampuan mikroalga untuk menyerap ion-ion logam juga akan lebih besar dibandingkan organisme lain. *Tetraselmis chuii* (*T. chuii*) berwarna hijau, hidup di laut, ukuran sel 7-12 mikron, tubuh mengandung protein 48,42%, karbohidrat 20,71% dan lemak 9,70%. Besarnya serapan logam oleh mikroalga bergantung pada spesies, jenis logam, pH medium, konsentrasi logam dalam medium dan waktu kontak.

Berbagai hasil penelitian tentang serapan logam oleh mikroalga atau organisme lain telah pernah dilaporkan, baik serapan oleh organisme hidup maupun serapan oleh biomasnya (dikeringkan). Darnall, dkk., meneliti kemampuan *Chlorella vulgaris* untuk memisahkan ion logam dari air^[8]. Hasil penelitian tersebut melaporkan bahwa *Chlorella vulgaris* dapat mengikat Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Au, Pb, Sn, U, Fe, Be dan Al pada pH

antara 5 sampai 7. Harris dan Ramelow melaporkan hasil penelitian mereka bahwa biomassa dari spesies *C. vulgaris* dapat menyerap logam-logam Zn, Cu, Ag dan Cd secara lebih baik dari pada spesies *S. Quadricauda*. Serapan Pb oleh *Rhizoclonium* terjadi pada pH 5^[2].

Zhao, dkk., menemukan bahwa serapan maksimum Pb, Cu, Zn dan Cd oleh enam spesies alga laut terjadi pada saat waktu kontak antara 15 sampai 30 menit, sedangkan pada saat waktu kontak mencapai 60 menit tidak memberikan serapan yang lebih besar^[9]. Ramelow, dkk. melaporkan bahwa serapan maksimum Cu oleh biomassa alga yang diimobilisasi-polimer terjadi pada pH 5,5^[10].

Bahrizal meneliti kemampuan *C. calcitran* dalam keadaan sel yang hidup maupun sel yang dikeringkan untuk menyerap Cr, Cu, Mn dan Mo^[11]. Hasil penelitian ini melaporkan bahwa serapan ion logam Cr, Cu, Mn dan Mo oleh *C. calcitran* terjadi pada waktu 5 sampai 30 menit. Schneider dan Rubio melaporkan bahwa *P. lucens* memiliki kemampuan paling baik diantara tiga spesies biomassa yang diteliti yaitu, *P. lucens*, *S. herzogii* dan *E. crassipes* untuk menyerap logam-logam Cr, Ni, Cu, Zn, Cd dan Pb^[12]. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan waktu kontak 30 menit pada pH 5,5 ± 0,2. Hasil penelitian Bahrizal melaporkan bahwa serapan maksimum Cd oleh biomassa *S. costatum* terjadi pada pH 6,5^[13].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kapasitas serapan ion seng oleh biomassa *T. chuii*. Pemilihan mikroalga dalam penelitian ini, selain karena mudah diperoleh, tumbuhan ini mudah berkembang biak dengan cepat, serta mempunyai daya adaptasi yang kuat. Dari penelitian ini diharapkan akan diperoleh data-data tentang kemampuan biomassa *T. chuii* untuk menyerap ion logam dalam air.

Dengan diperolehnya data-data tersebut, diharapkan biomassa ini dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk mengatasi ion-ion logam berbahaya yang terdapat dalam limbah. Dengan demikian, penulis ikut serta dalam usaha mengatasi masalah pencemaran lingkungan.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah AAS merek "Perkin Elmer", alat-alat gelas, pH meter, *magnetic stirrer*. Variabel-variabel adalah pH larutan dan konsentrasi ion seng.

Bahan-bahan yang digunakan adalah: biomassa fitoplankton dari spesies *T. chuii* yang diperoleh dari Laboratorium Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Jepara, Propinsi Jawa Tengah, bahan-bahan kimia yang merupakan reagen *analytical grade* (pereaksi untuk analitik) produksi E. Merck, yaitu $Zn(NO_3)_2$, p.a., HNO_3 pekat, asam sitrat p.a., natrium sitrat p.a.

Prosedur

Penentuan pH Optimum Serapan Ion Zn^{2+} oleh *T. chuii*

Untuk menentukan pH serapan optimum logam oleh biomassa, dilakukan dengan menimbang 100 mg biomassa *T. chuii* ke dalam gelas piala ukuran 100 mL, kemudian ditambahkan 25 mL larutan Zn^{+2} dengan konsentrasi 6 ppm dan pH larutan 5,0. Kemudian campuran ini diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit dengan kecepatan 4 pada skala alat. Setelah itu campuran ini disaring, maka filtrat diukur dengan alat AAS. Konsentrasi logam Zn^{+2} yang terserap oleh biomassa *T. chuii* dihitung dari pengurangan konsentrasi logam Zn^{+2} mula-mula dengan konsentrasi logam Zn^{+2} sisa (hasil pengukuran). Kemudian dilakukan pula pada pH lebih tinggi, yaitu: 5,5; 6,0; 6,5 dan 7,0. Dari langkah ini diperoleh pH optimum serapan ion Zn^{+2} oleh biomassa *T. chuii*.

Penentuan Kapasitas Serapan Ion Zn^{2+} oleh Biomassa *T. Chuii*

Disediakan sepuluh buah gelas piala ukuran 100 mL, kepada masing-masing gelas piala ini ditambahkan 100 mg biomassa *T. chuii*. Ke dalam masing-masing gelas piala diisi larutan Zn^{+2} dengan konsentrasi berturut-turut : 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 dan 20 ppm, pH

larutan disesuaikan dengan pH optimum yang diperoleh pada langkah di atas.

Kemudian campuran ini diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Lalu campuran ini disaring, kemudian filtrat diukur dengan alat AAS. Konsentrasi Zn^{2+} yang terserap oleh biomassa *T. chuii* dihitung dari pengurangan konsentrasi ion Zn^{+2} mula-mula dengan konsentrasi ion Zn^{+2} sisa (hasil pengukuran).

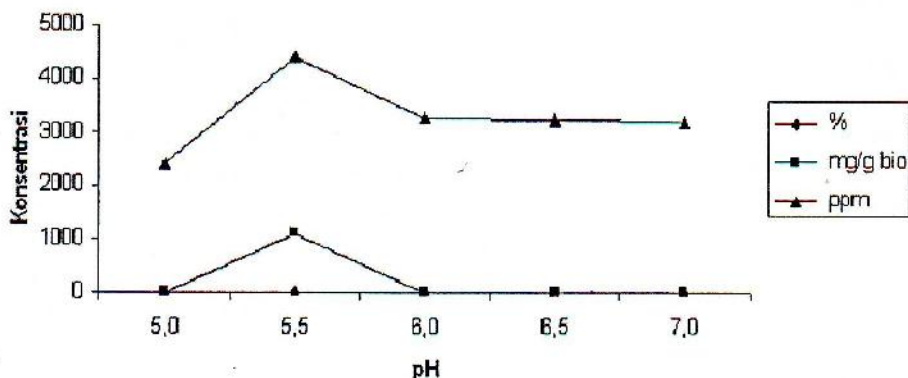
HASIL DAN PEMBAHASAN

pH Optimum Serapan Ion Zn^{2+}

Data-data hasil pengukuran pengaruh pH terhadap serapan ion seng oleh biomassa *T. chuii* terdapat pada Gambar 1. Dari gambar tersebut terlihat bahwa, serapan ion seng oleh biomassa *T. chuii* pada pH 5,0 relatif rendah, yaitu sebesar 0,606 mg/g biomassa (41,42%).

Pada pH lebih tinggi yaitu 5,5 serapan nikel oleh biomassa mengalami kenaikan dan mencapai nilai tertinggi, yaitu sebesar 1,106 mg/g biomassa (78,43%). Pada pH lebih tinggi lagi, yaitu pada pH 6,0 serapan seng menurun menjadi 0,819 mg/g biomassa (58,10%), begitu juga pada pH 6,5 dan 7,0 serapan seng berturut-turut berkurang menjadi 0,812 mg/g biomassa (57,98%) dan 0,802 mg/g biomassa (57,99%). Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada pH rendah (pH 5,0) suasana larutan lebih bersifat asam, dalam larutan jumlah ion H^+ lebih banyak, sehingga terjadi kompetisi dengan ion seng untuk berikatan dengan biomassa *T. chuii*, karena ion seng juga bermuatan positif. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Antunes, dkk. bahwa pada pH rendah terjadi kompetisi antara ion logam dengan ion H^+ [14].

Pada pH 5,0 jumlah ion H^+ relatif lebih sedikit, jadi kompetisi dengan ion seng juga tidak terlalu berpengaruh, sehingga serapan ion seng oleh biomassa bisa mencapai nilai tertinggi. Pada pH 6,0 – 7,0 larutan sudah hampir mendekati suasana basa, jadi dalam larutan sudah mulai terbentuk ion OH^- , interaksi ion OH^- dengan ion seng mulai terjadi, sehingga ion seng yang berikatan dengan biomassa menjadi berkurang.



Gambar 1. Serapan ion Zn^{2+} oleh biomassa *T. chunii*, dengan variasi pH

Dapat dinyatakan bahwa serapan ion seng oleh biomassa *T. chunii* akan lebih rendah pada pH terlalu rendah atau pun pada pH terlalu tinggi. Jadi dapat disimpulkan bahwa serapan seng terbesar oleh biomassa *T. chunii* terjadi pada pH 5,5, berarti pH optimum serapan seng oleh biomassa *T. chunii* adalah 5,5.

Darnall, dkk. melaporkan bahwa serapan kebanyakan ion logam, yaitu: Cr, Ag, Co, Ni, Cu, Zn, Au, Hg, Pb, Sn, U, Fe, B dan Al oleh biomassa *C. vulgaris* terjadi pada pH antara 5 sampai 7^[8]. Hasil penelitian lain yang mirip dengan penelitian ini adalah yang dilakukan Zhou, dkk. yang menyatakan bahwa pH optimum serapan logam Cu dan Cd oleh lima spesies mikroalga adalah 6,7^[5].

Antunes, dkk. melaporkan hasil penelitiannya bahwa serapan ion Cu^{2+} oleh biomassa brown seaweed (*Sargassum sp*) terjadi pada pH sekitar 4 sampai 5^[14]. Kemudian Cordero, dkk. menyatakan bahwa serapan ion Cd^{2+} oleh biomassa *Fucus spiralis* (alga laut) terjadi pada pH sekitar 5,5 sampai 6,5^[13].

Kapasitas Serapan Ion Zn^{2+}

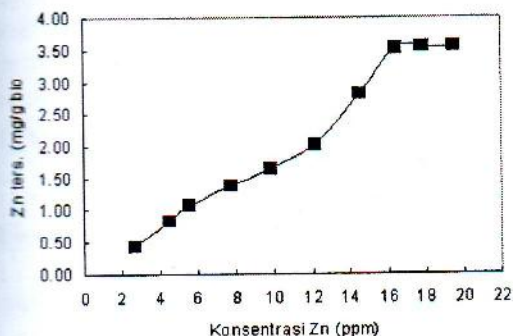
Data-data hasil pengukuran serapan ion seng pada berbagai konsentrasi awal oleh biomassa *T. chunii* terdapat pada Gambar 2. Saat konsentrasi awal nikel 2,66 ppm, ion seng yang terserap oleh biomassa *T. chunii* 0,435 mg/g biomassa, ini terjadi saat konsentrasi kesetimbangan sebesar 0,92 ppm. Ketika konsentrasi awal seng diperbesar lagi, yaitu 4,54 ppm, jumlah seng terserap semakin bertambah menjadi 0,843 mg/g biomassa. Pada

saat konsentrasi awal seng diperbesar sampai 5,52 ppm, jumlah seng terserap bertambah sampai mencapai 1,068 mg/g biomassa.

Pertambahan ini terus berlanjut sampai saat konsentrasi awal seng sebesar 16,45 ppm dimana serapan seng mencapai 3,517 mg/g biomassa. Saat konsentrasi awal seng diperbesar lagi sampai 19,51 ppm, jumlah seng terserap tidak mengalami perubahan berarti, yaitu 3,557 mg/g biomassa. Hal ini terjadi saat konsentrasi kesetimbangan seng sebesar 5,28 ppm. Ini berarti bahwa antara ion seng yang terdapat dalam larutan dan ion seng yang menempel pada permukaan biomassa *T. chunii* telah tercapai suatu keadaan kesetimbangan. Pada saat kesetimbangan ini, permukaan biomassa *T. chunii* telah jenuh oleh suatu lapisan bersifat monolayer. Jadi serapan maksimum seng oleh biomassa *T. chunii* adalah 3,557 mg/g biomassa.

Hubungan antara konsentrasi seng awal dengan jumlah seng terserap oleh biomassa *T. chunii* (dalam mg/g biomassa) terdapat pada Gambar 2. Dari gambar ini terlihat bahwa serapan seng oleh biomassa *T. chunii* mulai mencapai nilai relatif konstan saat konsentrasi seng awal 16,45 ppm.

Oleh sebab itu, diduga bahwa jika konsentrasi seng awal selanjutnya diperbesar sampai lebih besar dari 19,51 ppm, tidak akan memberikan pertambahan serapan yang berarti. Dari data hasil penelitian ini, diperoleh juga informasi bahwa serapan ion logam oleh suatu biomassa tidak hanya bergantung pada pH larutan, tetapi juga tergantung konsentrasi logam.



Gambar 2. Kurva serapan Zn oleh biomassa *T. chunii* pada berbagai konsentrasi

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa serapan seng oleh biomassa *T. chunii* dipengaruhi oleh pH larutan logam. pH optimum serapan seng oleh biomassa *T. chunii* adalah 5,5 dengan serapan sebesar 1,106 mg/g biomassa (78,43%) dan kapasitas serapan seng oleh biomassa *T. chunii* sebesar 3,557 mg/g biomassa terjadi saat konsentrasi awal seng mulai 5,28 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Harrison, *Environmental Analysis Using Chromatography With Atomic Spectroscopy*, Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.
- P. O. Harris, and G. J. Ramelow, Binding of Metal Ions by Particulate Biomass Derived from *Chlorella Vulgaris* and *Scenedesmus Quadricauda*, *Environ. Sci. Technol.*, 24: 220-228, (1990).
- C. A. Mahan, and J. A. Holcombe, Immobilization of Algae Cells on Silica Gel and Their Characterization Trace Metal Preconcentration, *Anal. Chem.*, 64(17): 1933-1939, (1992).
- E. Torres, A. Cid, C. Herrero, and J. Abalde, Removal of Cadmium Ions by The Marine Diatom *Phaeodactylum Tricornutum* Bohlin Accumulation and Long-Term Kinetics of Uptake, *Bioresource Technology*, 63:213-220, (1998).
- J. L. Zhou, P. L. Huang, and R. G. Lin, Sorption and Desorption of Cu and Cd by Macroalgae and Microalgae, *Environ. Pollut.*, 101: 67-75, (1998).
- B. Greene, M. Hosea, R. McPherson, M. Henzi, M. D. Alexander, and D. W. Darnall, Interaction of Gold(I) and Gold(III) Complexes with Algal Biomass, *Environ. Sci. Technol.*, 20(6): 627-632. (1986).
- A. Isnansetyo dan Kurniastuti, *Teknik Kultur Phytoplankton & Zooplankton*, Kanisius, Yogyakarta, 1995.
- D.W. Darnall, B. Greene, M. T. Henzy, J. M Hosea, R. A. McPherson, J. Sneddon, and M. D. Alexander, Selective Recovery of Gold and Other Metal Ions from Algal Biomass, *Environ. Sci. Technol.*, 20(2): 206-208, (1986).
- Y. Zhao, Y. Hao, and G. J. Ramelow, Evaluation of Treatment Techniques for Increasing The Uptake Metal Ions From Solution by Nonliving Seaweed Algal Biomass, *Environ. Mon. and Ass.*, 33: 61-70, (1994).
- U. S. Ramelow, C. N Guidry, and S. D Fisk, A kinetic study of metal ion binding by biomass immobilized in polymers, *J. of Hazard. Mat.*, 46: 37-55, (1996).
- Bahrizal, *Pengikatan IonCu(II), Cr(VI), Mn(II) dan Mo(VI) oleh Chaetoceros Calcitrans*, Tesis Pascasarjana S-2, UGM, Yogyakarta, 1997.
- I. A. H. Schneider dan J. Rubio, Sorption of Heavy Metal Ions by the Nonliving Biomass of Freshwater Macrophytes, *Environ. Sci. Technol.*, 33: 2213-2217, (1999).
- B. Cordero, P. Lodeiro, R. Herrero, and M. E. S. Vicente, Biosorption of Cadmium by *Fucus spiralis*, *Environ. Chem.*, 180-187, (2004).
- W. M. Antunes, A. S. Luna, C. A. Henriques and A.C. Costa, An evaluation of copper biosorption by a brown seaweed under optimized conditions, *Electronic Journal of Biotechnology*, 6(3): 174-184, (2003).

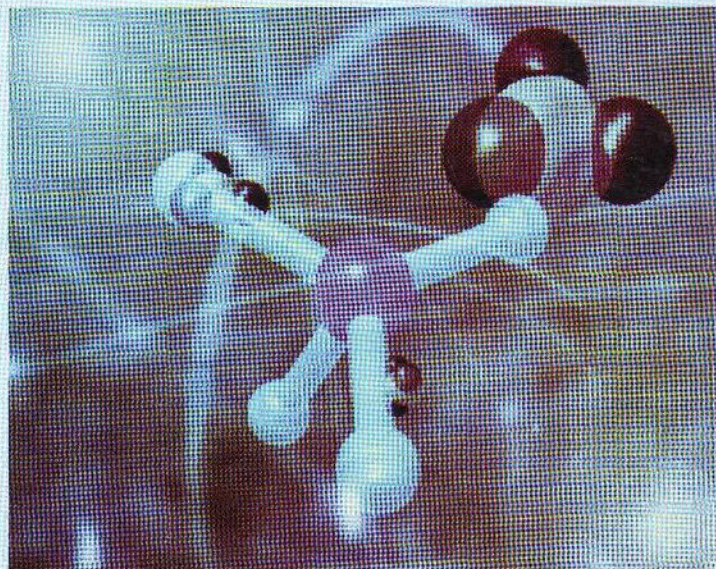
ISSN : 1978-628X

Volume 2 No. 2

Maret 2009

Jurnal

Riset Kimia



DEWAN REDAKSI

Editorial board

Editor in Chief: Prof. Dr. Sanusi Ibrahim
Associate Editor: Dr. Safni

Advisory Board

Prof. Dr. Theresia Sita Kusuma (Computational Chemistry)
Prof. Dr. Hazli Nurdin (Organic Chemistry)
Prof. Sumaryati Syukur, Ph.D (Biochemistry)
Prof. Dr. Hamzar Suyani (Analytical Chemistry)
Prof. Dr. Novesar Jamarun (Material Chemistry)
Prof. Dr. Emriadi (Electrochemistry)
Dr. Hermansyah Aziz (Photochemistry)
Ali Amran, Ph.D (Colloid Chemistry)
Dr. Syukri Arif (Inorganic Chemistry)

Consulting Editor

Prof. Dr. Yunazar Manjang (Andalas University, Indonesia)
Prof.-Dr. Toyohide Takeuchi (Gifu University, Japan)
Prof. Kwang-Pill Lee (Kyungpook National University, Korea)
Prof. Dr. Wan Ahmad Kamil (University Sains Malaysia)

Editorial Office

Managing Editor: Syafrizayanti, M.Si., Dr. Syukri Darajat
Finance: Zaharasmı Kahar, M.Si.
Circulation: Yeni Stiadi, M.S.

Diterbitkan oleh:

Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas bekerja sama dengan
Himpunan Kimia Indonesia cabang Sumatera Barat

Alamat Redaksi:

Jurusan Kimia FMIPA
Kampus Unand Limau Manis Padang 25163
Telp./Fax. +62-751-71681
E-mail: skmunand@yahoo.com

DAFTAR ISI

	Halaman
Minyak Atsiri dari <i>Toona sinensis</i> dan Uji Aktivitas Insektisida <i>Adlis Santoni, Hazli Nurdin, Yunazar Manjang dan Sjamsul A. Achmad</i>	101
Studi Serapan Ion Seng(II) oleh Biomassa Mikroalga (<i>Tetraselmis chunii</i>) <i>Bahrizal dan Rahadian Z</i>	107
Multidrug Resistance (MDR) of <i>V. Parahaemolyticus</i> <i>Marlina</i>	112
Optimization Study of Carrageenan Extraction From Red Algae (<i>Eucheuma cottonii</i>) <i>Refilda, Edison Mumaf, Rahmiana Zein, Abdi Dharma, Indrawati, Lee Wah Lim and Toyohide Takeuchi</i>	120
Kinetika Transpor Cu(II) oleh Zat Pembawa Oksin Dengan dan Tanpa Asam Oleat melalui Membran Cair Fasa Ruah <i>Refinel dan Olly Norita Tetra</i>	127
Pemberian <i>Fly Ash</i> (Abu Sisa Boiler Pabrik Pulp) untuk Meningkatkan pH Tanah Gambut <i>Rini, Hazli Nurdin, Hamzar Suyani, dan Teguh B. Prasetyo</i>	132
Degradasi Senyawa Dikofol dalam Pestisida Kelthane 200 EC Secara Fotolisis dengan Penambahan TiO ₂ -Anatase <i>Safni, Desmiati, dan Hamzar Suyani</i>	140
Pengaruh Rasio Mol, Suhu dan Lama Reaksi terhadap Bilangan Iod, Bilangan Asam, Bilangan Peroksida dan Kandungan Sulfonat Surfaktan dari CPO <i>Sri Hidayati dan Illim</i>	148
Transformasi <i>Agrobacterium rhizogenese</i> dan Induksi Akar Rambut pada Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i>) untuk Produksi Senyawa Antioksidan secara <i>In vitro</i> <i>Sumaryati Syukur, Zozy Aneloi Noli, dan Femilya Putri</i>	156
Profil Fitokimia dan Aktifitas Antiasetilkolinerase dari Daun Tabat Barito (<i>Ficus deltoidea</i> Jack) <i>Suryati, Hazli Nurdin, Dachriyanus, dan Md Nordin Hj Lajis</i>	169
Degradasi Poliblend Poli(Asamlaktat-Ko-Asamglikolat) dengan Poli(E-Kaprolakton) Secara <i>In Vitro</i> <i>Tetty Kemala, Achmad Sjahriza, Hendra Adijuwana, dan Mardiana Hardianti</i>	174
Optimalisasi Transpor Selektif Ion Ni(II) terhadap Cd(II) dengan Zat Pembawa Oksin melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah Secara Simultan <i>Vera Tri Ningsih, Admin Alif, dan Hermansyah Aziz</i>	181

Uji Aktivitas Antibakteri Asap Cair yang Berasal dari Batang Kayu Manis dan Kulit Kacang Tanah <i>Yefrida, Farrah Aprilina, Indri Tichel Leone, Refilda, dan Marniati Salim</i>	189
Degradasi Senyawa Permetrin dengan Menggunakan TiO ₂ -Anatase dan Zeolit Alam Secara Sonolisis <i>Zilfa, Hamzar Suyani, Safni, dan Novesar Jamarun</i>	194
Pemanfaatan Fungsi Antioksidan Gambir (<i>Uncaria gambier</i>) Sebagai Hepatoprotektor <i>Zulkarnain Edward</i>	200

J. Ri
Vol
vap
maj
α-E
Cro
(mo
Key
PE
Ala
org
ber
Pad
spe
1,5
ber
sali
me
sek
Per
tum
sen
seb
ma
jan
per
aza
ini
sek
org
Ha
dal
unt
me
yar
dig
me
ISS