

Biosorpsi Ni²⁺ oleh *Nannochloropsis Salina* pada Medium Terpapar Ca²⁺

Yusafir Hala¹, Muhammad Zakir¹, Emma Suryati² dan Karuniawati Azis¹

¹Jurusan Kimia FMIPA Unhas, Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar, 90245, Indonesia

²Balai Penelitian Perikanan Budidaya Air Payau, Jl. Makmur Dg. Sitaka, Maros, 90511, Indonesia

Email: yusafirhala@gmail.com

Received: January 2015; Revised: February 2015; Accepted: May 2015; Available Online: August 2016

Abstrak

Penelitian biosorpsi Ni²⁺ oleh *Nannochloropsis salina* dalam medium terpapar Ca²⁺ telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pertumbuhan dan efisiensi penyerapan *N. salina* terhadap Ni²⁺ dalam Medium Conwy dengan tambahan Ca²⁺. Pemaparan campuran ion Ni²⁺ 5 ppm dan Ca²⁺ dengan variasi konsentrasi 10, 30, 50 ppm dilakukan pada awal pertumbuhan *N. salina*. Pertumbuhan *N. salina* diamati setiap hari dengan menghitung jumlah populasi *N. salina* menggunakan mikroskop dan hemositometer. Konsentrasi ion logam setelah pemaparan ditentukan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Pertumbuhan *N. salina* dalam medium yang terpapar ion logam lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Efisiensi penyerapan maksimum Ni²⁺ sebagai ion tunggal adalah 55.2%. Setelah pemaparan campuran Ni²⁺ dan Ca²⁺ dengan variasi konsentrasi 10, 30, 50 ppm, efisiensi penyerapan terhadap Ni²⁺ berturut-turut adalah 17.6%; 17.8%; dan 19.6%; sementara efisiensi penyerapan maksimum *N. salina* terhadap Ca²⁺ berturut-turut adalah 5.1%; 7.1%; dan 4.0%.

Kata kunci : *Nannochloropsis salina*, biosorpsi, Conwy, nikel, kalsium.

Abstract

Research on biosorption of Ni²⁺ by *N. salina* in Ca²⁺ exposed medium has been done. This study aimed to determine the growth and efficiency of *N. salina* towards Ni²⁺ in Conwy Medium with addition of Ca²⁺. Exposure of mixed ions of Ni²⁺ 5 ppm and Ca²⁺ with variation of concentrations 10, 30, 50 ppm was conducted at the beginning of the growth of *N. salina*. The growth of *N. salina* was observed every day by counting the number of *N. salina* population using a microscope and haemocytometer. The concentration of metal ions after the exposure was determined by atomic absorption spectrophotometer. The growth of *N. salina* in medium with exposed metal ions is lower than the control. The maximum sorption efficiency of Ni²⁺ as a single ion is 55.2%. After exposure of mixed ions of Ni²⁺ and Ca²⁺ with variation of concentrations 10, 30, 50 ppm, the sorption efficiency of Ni²⁺ in sequents are 17.6%; 17.8%; and 19.6%; while the maximum sorption efficiency of *N. salina* towards Ca²⁺ are 5.1%; 7.1%; and 4.0% respectively.

Keywords : *Nannochloropsis salina*, biosorption, Conwy, nickel, calcium.

DOI : <http://dx.doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3153>.

1. PENDAHULUAN

Masalah pencemaran logam berat di perairan dapat diselesaikan dengan metode biosorpsi menggunakan alga (Chekroun *et al.*, 2013), yang didasarkan pada kemampuannya mengakumulasi logam berat (Ahalya *et al.*, 2010). Keuntungan pemanfaatan mikroalga sebagai biosorben adalah daya adsorpsi logam

berat yang cukup tinggi, mudah didapat dan melimpah, murah, *sludge* sangat minim, dan tidak perlu nutrisi tambahan (Sembiring *et al.*, 2009). Salah satu mikroalga laut yang telah dimanfaatkan sebagai biosorben logam berat adalah *Nannochloropsis salina* (Hala *et al.*, 2012), karena dinding selnya mengandung gugus fungsi -COOH, -CO, -NH₂ dan -CONH₂ sebagai penyusun utama polisakarida

dan polipeptida yang berperan sebagai ligan dalam pengikatannya dengan logam berat. Mikroalga *N. salina* telah digunakan sebagai biosorben ion Pb^{2+} dan Cu^{2+} dengan efisiensi penjerapan sebesar 49.85% pada konsentrasi masing-masing 10 ppm (Wahab *et al.*, 2012). Mikroalga ini juga telah digunakan sebagai biosorben ion Ni^{2+} sebagai ion tunggal dengan efisiensi penjerapan sebesar 55.2% (Hala *et al.*, 2014).

Ion logam berat tidak dijumpai dalam keadaan tunggal di alam tetapi bercampur dan bersama-sama dengan ion lain, baik logam berat maupun logam ringan. Peneliti sebelumnya menunjukkan kemampuan mikroalga laut *N. salina* berinteraksi dengan dua logam (Hala *et al.*, 2013) dan biosorpsi ion logam berat pada campuran tiga logam (Hala *et al.*, 2014).

Ion logam yang mempengaruhi penjerapan ion logam lainnya dalam sistem larutan disebut ion kontra. Keberadaan ion kontra menurunkan kemampuan penjerapan ion logam (Fahmi, 2011). Kalsium merupakan unsur yang dibutuhkan oleh mikroalga dalam jumlah relatif besar (Amini dan Syamdidi, 2006). Ion Ca^{2+} berfungsi sebagai nutrisi dalam pembentukan sel, dan peningkatan konsentrasi Ca^{2+} dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi mikroalga (Kurniasih 2014).

Hasil penelitian Biyantoro dan Basuki menunjukkan konsentrasi Ca^{2+} di Perairan Semenanjung Muria Jepara sebesar 365.25-368.65 ppm. Di samping itu, ion Ca^{2+} dapat juga berperan sebagai ion kontra terhadap penjerapan ion-ion logam berat karena jumlahnya yang relatif besar di perairan, serta menimbulkan efek kompetitif yang potensial terhadap penjerapan ion logam berat (Bongers dan Rusch, 2007).

Berdasarkan uraian tersebut, telah dilakukan penelitian tentang biosorpsi Ni^{2+} oleh *N. salina* dalam medium yang telah terpapar ion Ca^{2+} . Penambahan ion logam dilakukan di awal masa pertumbuhan. Hasil penelitian diharapkan menjadi alternatif pertimbangan dalam menyelesaikan masalah pencemaran logam berat di perairan laut.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah Medium Conwy, biakan murni *N. salina* yang diperoleh dari Balai Penelitian Perikanan Budidaya Air

Payau (BPP-BAP) Maros. Air laut steril disiapkan dengan menurunkan salinitas air laut alam dengan menambahkan akuabides, selanjutnya disaring dengan filter membran selulosa nitrat *Millipore* 0.45 μ m, lalu disterilkan dengan otoklaf. Larutan induk 10000 ppm Ni^{2+} dibuat dengan melarutkan 4.953 g $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ dengan 0.69 mL HNO_3 p.a., diencerkan dengan akuabides dalam labu ukur 100 mL, sedang larutan induk 10000 ppm Ca^{2+} dibuat dengan melarutkan 5.8922 g $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ dengan 0.69 mL HNO_3 p.a., diencerkan dengan akuabides dalam labu ukur 100 mL, dan selanjutnya diencerkan sesuai kebutuhan.

Alat yang digunakan adalah aerator (Amara), hemositometer (Marienfeld LOT-No 4551), *hand counter*, mikroskop Nikon SE, oven (SPNISOSFD), sentrifus, yang merupakan peralatan Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia FMIPA Unhas, spektrofotometer serapan atom (*Buck Scientific* model 205 VGP) pada Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA Unhas, otoklaf *All American* (No. 1925X), dan filter membran selulosa nitrat (*Millipore*) 0.45 μ m.

Pertumbuhan *N. salina* pada Medium Terpapar Ni^{2+} dan Ca^{2+}

Pertumbuhan *N. salina* pada medium yang tercemar Ni^{2+} dengan penambahan ion kontra Ca^{2+} dilakukan dengan menggunakan air laut steril, dan Medium Conwy, pada kondisi: salinitas medium 30%, intensitas cahaya 4000 lux, aerasi, pH netral dan suhu ruangan 20 °C.

Sebanyak 500 mL air laut steril dimasukkan masing-masing ke dalam 3 stoples, ditambahkan Ni^{2+} 5 ppm dan Ca^{2+} dengan konsentrasi masing-masing 10, 30 dan 50 ppm, serta satu stoples sebagai kontrol. Masing-masing stoples ditambahkan 2 mL larutan Conwy, 3 tetes vitamin, dan 3.5 mL biakan *N. salina* dengan kepadatan awal sekitar 30×10^4 sel/mL. Larutan dikocok perlahan dan dihubungkan dengan aerator. Pertumbuhan *N. salina* diamati setiap hari dengan mikroskop dan hemositometer, melalui 4 bidang pengamatan. Jumlah populasi sel dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\Sigma \text{ sel} = \frac{1+2+3+4}{4} \times 10^4 \text{ sel/mL} \quad (1)$$

Pengukuran Konsentrasi Logam

Pengukuran konsentrasi logam dengan SSA dilakukan pada filtrat medium yang telah

dipaparkan campuran Ni^{2+} dan Ca^{2+} di awal pertumbuhan *N. salina*. Dengan menggunakan Persamaan (2), konsentrasi logam, C, dihitung berdasarkan nilai absorbansi, A, absorpsivitas molar a, dan tebal sampel b.

$$A = a \times b \times C \quad (2)$$

Penentuan Efisiensi Penjerapan

Efisiensi penjerapan (E_p) dihitung menggunakan Persamaan (4), yaitu perbandingan konsentrasi ion terjerap (C_s) dengan konsentrasi mula-mula (C_o), di mana C_s merupakan selisih antara C_o dengan konsentrasi ion dalam filtrat (C_f).

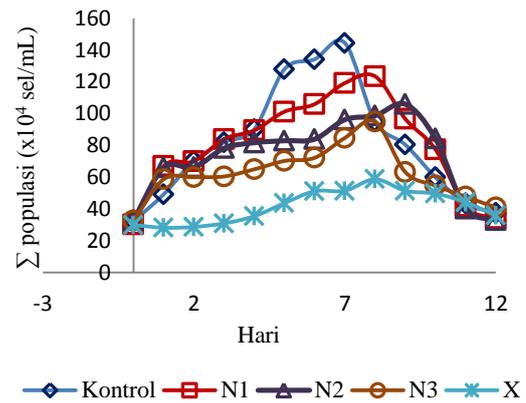
$$C_s = C_o - C_f \quad (3)$$

$$E_p = \frac{C_s}{C_o} \times 100 \% \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan *N. salina* pada medium terpapar Ni^{2+} dan Ca^{2+}

Gambar 1 menampilkan hasil pengamatan pertumbuhan *N. salina*, baik dalam medium kontrol, dalam medium yang terpapar Ni^{2+} maupun dalam medium yang terpapar campuran Ni^{2+} dan Ca^{2+} dengan masa pertumbuhan selama 12 hari. Gambar 1 menunjukkan bahwa waktu optimum pertumbuhan (WOP) *N. salina* pada medium kontrol terjadi pada hari ke-7 dengan jumlah populasi sebesar 144.5×10^4 sel/mL, kemudian terjadi penurunan populasi mulai hari ke-8 dan berkelanjutan hingga hari ke-12 dengan jumlah populasi sebesar 37.5×10^4 sel/mL. Pemaparan Ni^{2+} sebagai ion logam tunggal menunjukkan WOP *N. salina* pada hari ke-8 dengan jumlah populasi sebesar 58.75×10^4 sel/mL, lebih rendah dibanding kontrol, kemudian juga mengalami penurunan mulai hari ke-9, dengan tren yang serupa dengan kontrol hingga hari ke-12. Penurunan jumlah populasi ini disebabkan oleh faktor ketersediaan nutrisi yang berkurang, seiring dengan meningkatnya jumlah populasi *N. salina* yang mengkonsumsi nutrisi tersebut.



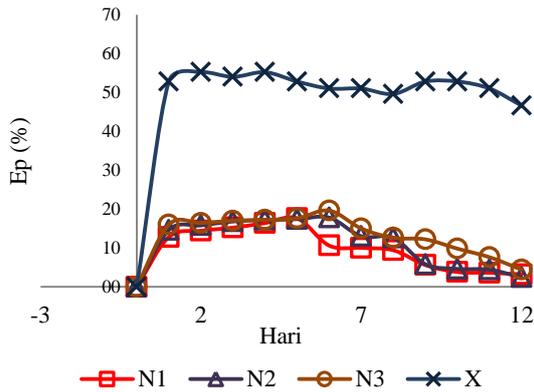
Gambar 1. Kurva pertumbuhan dan WOP *N. salina* pada kontrol, medium terpapar Ni^{2+} , serta medium terpapar campuran Ni^{2+} dan Ca^{2+} ($N_1 = Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 10 ppm; $N_2 = Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 30 ppm; $N_3 = Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 50 ppm, $X = Ni^{2+}$ 5 ppm)

Selain itu adanya bahan organik, yang berasal dari mikroalga yang mati, akan mengendap ke dasar medium. Bahan-bahan ini kemudian berperan sebagai kompetitor baru bagi mikroalga yang masih hidup dalam media pertumbuhan (Hala *et al.*, 2014). Penambahan campuran ion Ni^{2+} 5 ppm dan Ca^{2+} dengan variasi konsentrasi 10, 30 dan 50 ppm menunjukkan pertumbuhan awal *N. salina* yang relatif hampir sama dengan pertumbuhan kontrol. Pemaparan campuran Ni^{2+} 5 ppm dan Ca^{2+} 10 ppm menunjukkan terjadinya kecenderungan peningkatan populasi sampai hari ke-8 dengan jumlah populasi sebesar 123.5×10^4 sel/mL. Demikian juga untuk campuran Ni^{2+} 5 ppm dan Ca^{2+} 30 ppm dan campuran Ni^{2+} 5 ppm dan Ca^{2+} 50 ppm, menunjukkan peningkatan jumlah populasi sampai hari ke-9 dan ke-8 dengan jumlah populasi berturut-turut 106×10^4 sel/mL dan 95×10^4 sel/mL.

Penambahan ion Ca^{2+} meningkatkan jumlah populasi *N. salina*. Hal ini dapat dilihat pada jumlah populasi *N. salina* pada campuran ion logam lebih besar dibandingkan jumlah populasi pada medium yang terpapar Ni^{2+} sebagai ion tunggal.

Efisiensi Penjerapan *N. salina* terhadap Ni^{2+} dengan paparan Ca^{2+}

Perhitungan E_p menggunakan Persamaan (4) berdasarkan hasil penentuan SSA terhadap konsentrasi ion logam dalam filtrat medium, baik pada kontrol, Ni^{2+} sebagai ion tunggal, maupun campuran Ni^{2+} dan Ca^{2+} yang terjerap oleh *N. salina* setelah dipaparkan ke dalam medium pertumbuhan. Profil E_p tersebut ditampilkan pada Gambar 2.



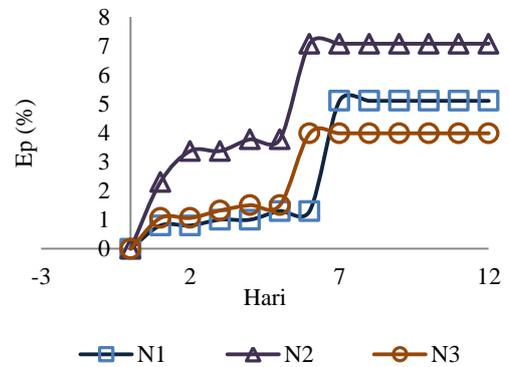
Gambar 2. Kurva E_p *N. salina* terhadap Ni^{2+} setelah paparan campuran Ni^{2+} dengan Ca^{2+} ($N_1= Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 10 ppm; $N_2= Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 30 ppm, $N_3= Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 50 ppm, X= Ni^{2+} 5 ppm).

Nilai E_p *N. salina* terhadap Ni^{2+} setelah dipaparkan ion tunggal menunjukkan peningkatan yang signifikan di hari pertama, kemudian mencapai puncak di hari ke-4 dengan nilai 55.2% dan mengalami penurunan di hari berikutnya. Sementara E_p *N. salina* terhadap Ni^{2+} setelah dipaparkan campuran ion logam pada sampel N_1 menunjukkan kenaikan di hari pertama dan mencapai maksimum pada hari ke-5 sebesar 17.6% kemudian mengalami penurunan di hari berikutnya. Demikian juga halnya dengan sampel N_2 dan N_3 yang mencapai nilai E_p maksimum pada hari ke-6 dengan nilai E_p masing-masing 17.8% dan 19.6%. Gambar 2 juga menunjukkan terjadinya proses desorpsi setelah mencapai nilai E_p maksimum.

Desorpsi merupakan proses pelepasan kembali logam Ni^{2+} dari adsorben ke dalam suatu larutan. Menurut Sinaga *et al.*, (2015), desorpsi dapat disebabkan jika kondisi medium asam, menyebabkan gugus karboksil, karbonil, atau hidroksil pada adsorben mengalami

protonasi dan melepas ion logam yang bermuatan positif ke dalam larutan.

Hasil penentuan E_p *N. salina* terhadap Ca^{2+} setelah paparan campuran ion logam dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai E_p *N. salina* pada filtrat yang dipaparkan campuran Ni^{2+} 5 ppm dengan Ca^{2+} 10 ppm mengalami kenaikan mulai hari pertama hingga mencapai nilai E_p maksimum sebesar 5.1% di hari ke-7. Pada filtrat yang dipaparkan campuran Ni^{2+} 5 ppm dengan Ca^{2+} 30 ppm juga mengalami kenaikan sejak hari pertama hingga hari ke-6, dengan E_p maksimum sebesar 7.07%. Hal yang sama juga terjadi pada campuran Ni^{2+} 5 ppm dengan Ca^{2+} 50 ppm yang mencapai nilai E_p maksimum sebesar 3.98% pada hari ke-6.



Gambar 3. Kurva E_p *N. salina* terhadap Ca^{2+} setelah paparan campuran Ni^{2+} dengan Ca^{2+} ($N_1= Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 10 ppm; $N_2= Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 30 ppm, $N_3= Ni^{2+}$ 5 ppm dan Ca^{2+} 50 ppm)

Perbedaan nilai E_p dapat dipengaruhi oleh perbedaan massa atom. Menurut Cheng *et al.*, (2012), berdasarkan hukum periodik unsur, ion dengan massa yang lebih kecil berpotensi lebih mudah dijerap oleh bakteri *magnetotactic*. Ion Ca^{2+} mempunyai massa atom lebih rendah dibandingkan Ni^{2+} . Oleh karena itu, ion Ca^{2+} lebih mudah terikat pada situs aktif *N. salina* dibanding Ni^{2+} . Kurva yang ditampilkan dalam Gambar 3 menunjukkan E_p *N. salina* terhadap Ca^{2+} dalam campuran ion logam lebih rendah dibanding E_p terhadap Ni^{2+} (Gambar 2). Hal ini disebabkan oleh karakter orbital *d* pada Ni^{2+} yang mengambil peran lebih dominan dalam pembentukan kompleks dengan situs-situs aktif pada dinding sel *N. salina*, berupa gugus fungsi kaya elektron yang berperan sebagai ligand, yang tidak dijumpai pada Ca^{2+} . Berbeda dengan

kompetisi yang terjadi saat Ni^{2+} dipapar bersama-sama Cu^{2+} dan Zn^{2+} , dengan massa yang relatif sama, tetapi jari-jari ion Zn^{2+} lebih kecil dari Cu^{2+} dan Ni^{2+} , sehingga Zn^{2+} cenderung terdifusi lebih awal ke dalam membran sel dan diikat secara kimia oleh gugus-gugus fungsi protein, sebagai situs pertukaran ion dalam sel (Hala et al., 2014).

Penambahan ion logam dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan meningkatnya toksisitas ion logam tersebut dalam medium pertumbuhan. Akibatnya, mikroalga seperti *N. salina* tidak mampu mengimbangi toksisitas ion logam tersebut, dan menyebabkan penurunan nilai E_p seiring dengan meningkatnya waktu pertumbuhan.

4. SIMPULAN

Populasi optimum *N. salina* yang dipapar campuran ion Ni^{2+} dan Ca^{2+} lebih rendah dibandingkan jumlah populasi optimum kontrol. Ion Ca^{2+} cenderung berperan sebagai ion kontra terhadap biosorpsi Ni^{2+} dalam pertumbuhan *N. salina*.

Pemaparan Ni^{2+} sebagai ion tunggal menghasilkan E_p maksimum 55.2%, sedang pada campuran ion logam E_p maksimum terhadap sampel N_1 , N_2 , N_3 nilai E_p berturut-turut adalah 17.6%; 17.8%; dan 19.6%. Nilai E_p maksimum *N. salina* terhadap Ca^{2+} 10; 30; dan 50 ppm pada campuran ion logam berturut-turut adalah 5.1%; 7.1%; dan 4.0%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya N, Ramachandra TV, Kanamadi RD. 2010. Biosorption of Heavy Metals. *Research Journal of Chemistry and Environment*. 7(4):2.
- Amini Sri, Syamdidi. 2006. Konsentrasi Unsur Hara pada Media dan Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan Pupuk Anorganik Teknis dan Analis. *Jurnal Perikanan*.7(2): 201-206.
- Biyantoro Dwi, Basuki Kris Tri. 2007. *Pengukuran dan Analisis Unsur-unsur pada Air Laut Muria untuk Air Primer PWR*. Prosiding PPI-PDIPTN Pustek Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Yogyakarta (ID): BATAN.
- Bongers Marina, Rusch Ben, Cornelis AM, Van Gestel. 2004. The Effect of Counterion and Percolation on The Toxicity of Lead for The Springtail *Folsomia candida* in Soil. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 23(1): 195-199.
- Chekroun KB, Baghour M. 2013. The Role of Algae in Phytoremediation of Heavy Metals. *Journal of Materials Environment Science*. 4(6):873-880.
- Cheng Huaigang, Song Huiping, Cheng Fangqin. 2012. The Effect of Ion Charge-Mass Ratio on Adsorption of Heavy Metals on Magnetotactic Bacteria. *African Journal of Microbiology Research*. 6(50): 7564-7571.
- Fahmi Arifin. 2011. Dinamika Jerapan Permukaan Kompleks Fe Oksida-Senyawa Humat. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 5 (2): 75-82.
- Hala Yusafir, Syahrul Muhammad, Suryati Emma, Taba Paulina. 2012. Biosorpsi of Zn^{2+} With *Nannochloropsis salina*. Di dalam: Aminin Agustina LN, editor. *Proceedings of International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Sciences and its Application (INSPINSA-2)*; Semarang, Indonesia. Semarang (ID): Faculty of Science and Mathematics Diponegoro University. hlm 295.
- Hala Yusafir, Taba Paulina, Asmawati, Ruth Langan Febryanti. 2014. Potensi Mikroalga Laut *Nannochloropsis salina* Sebagai Biosorben Ni^{2+} , Cu^{2+} , dan Zn^{2+} dalam Medium Conwy Terkontaminasi Campuran Tiga Logam. *Chemistry Progress*. 7(2): 51-57.
- Kurniasih Dora. 2014. *Penambahan Nutrisi Magnesium dari Magnesium Sulfat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) dan Nutrisi Kalsium dari Kalsium Karbonat ($CaCO_3$) pada Kultivasi *Tetraselmis chuii* untuk Mendapatkan Kandungan Lipid Maksimum*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin. Jakarta (ID): Universitas Trisakti.
- Sembiring Z, Buhani, Suharso, Sumadi. Isoterm Adsorpsi Ion $Pb(II)$, $Cu(II)$ dan $Cd(II)$ pada Biomassa *Nannochloropsis* sp. yang Dienkapsulasi Akuagel Silika. *Indonesian Journal of Chemistry*. 9(1):1-5.
- Sinaga Ria Septiani, Purwonugroho Dinar, Darjito. 2015. Adsorpsi Seng(II) oleh Biomassa *Azolla microphylla* Diesterifikasi dengan Asam Sitrat: Kajian Desorpsi Menggunakan Larutan HCl. *Kimia Student Journal*.1(1): 629-635.