

KAPASITAS ADSORPSI SERBUK NATA DE COCO (*BACTERIAL SELLULOSE*) TERHADAP ION Pb^{2+} MENGGUNAKAN METODE *BATCH*

C. A. Saputri

Akademi Analis Farmasi dan Makanan Sunan Giri Ponorogo

Email: nisasaputri7@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kapasitas adsorpsi serbuk nata de coco terhadap ion Pb^{2+} . Nata de coco merupakan selulosa yang diperoleh dari fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum*. Serbuk nata de coco dibuat dengan menghaluskan nata de coco kemudian dipanaskan pada suhu $80^{\circ}C$, dihaluskan dan diayak hingga berukuran 30-40 mesh. Karakterisasi meliputi pengukuran kadar air, kadar abu, massa jenis dan daya serap terhadap larutan Iod. Penentuan waktu kontak optimum menggunakan metode *batch* dengan variasi waktu 20, 40, dan 60 menit. Penentuan kapasitas adsorpsi menggunakan pola isoterm Langmuir dan Freundlich menggunakan variasi konsentrasi ion Pb^{2+} 15, 30, 45, dan 60 ppm. Banyaknya ion yang terserap diukur menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) pada panjang gelombang maksimal Pb^{2+} yaitu 283 nm. Hasil menunjukkan bahwa waktu optimum tercapai pada menit ke 60. Pola adsorpsi mengikuti model isoterm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2,34 mg/g.

Kata kunci: isoterm Freundlich, kapasitas adsorpsi, ion Pb^{2+} , serbuk nata de coco.

ABSTRACT

The purpose of this research is determine adsorption capacity of nata de coco powder to the ion Pb^{2+} . Nata de coco is a cellulose derived from the fermentation of *Acetobacter xylinum* bacteria. Nata de coco powder is made by mashed nata de coco then heated at $80^{\circ}C$, mashed and sifted up to 30-40 mesh size. Characterization includes determination of moisture content, ash content, density and amount of iodine adsorbed. Optimum contact time using batch method with time variation are 20, 40, and 60 minutes. The determination of the capacity of adsorption using the isotherm pattern of Langmuir and Freundlich using variation concentrations Pb^{2+} 15, 30, 45, and 60 ppm. Amount of adsorbed ion Pb^{2+} measured by using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) at a maximum wavelength of Pb^{2+} that is 283 nm. The results showed that the optimum time was reached at 60 minutes. Adsorption pattern approach to the Freundlich's Isotherm models with an adsorption capacity 2.34 mg/g.

Keywords: adsorption capacity, Freundlich's isotherm, ion Pb^{2+} , nata de coco powder

PENDAHULUAN

Nata de coco merupakan hasil dari fermentasi air kelapa dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. Kandungan utama nata de coco adalah air dan selulosa. Selain mengandung selulosa, nata de coco memiliki pori-pori yang menjadi dasar untuk dijadikan adsorben. Adsorpsi beberapa logam berat Cd(II), Pb(II) dan Cu(II) telah dilakukan dengan parameter yang berbeda menggunakan alga *Nannochlorosis, sp.* (Sembiring, 2008), serbuk gergaji kayu (Nurastiningtyas, 2005), khitosan (Herwanto dan Santoso, 2006), serta sekam padi (Eistiwijaya, 2009).

Beberapa kajian tentang nata de coco lebih mengarah pada penggunaannya sebagai membran ultrafiltrasi (Piluharto, 2003). Penggunaannya sebagai adsorben dilakukan oleh Afrizal (2008) dalam mengadsorpsi logam kromium. Berdasarkan latar belakang di atas maka, pada penelitian ini digunakan serbuk nata de coco sebagai adsorben, serta penentuan kapasitas adsorpsinya terhadap ion Pb^{2+} .

Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan atom, ion, atau molekul dalam larutan pada suatu permukaan zat penyerap. Proses ini terjadi pada permukaan dua fase yaitu antara fasa gas-padat atau cair-padat. Zat yang diserap disebut adsorbat, sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben (Sukardjo, 1985). Adsorpsi terbagi atas

dua jenis yaitu adsorpsi fisika dan kimia. Perbedaan utama pada kedua jenis adsorpsi ini terletak pada proses laju reaksi yang terjadi di permukaan adsorben dan energi aktivasinya (Atkins, 1997). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah konsentrasi adsorbat, pH, waktu kontak dan suhu (Priyantha *et.al*, 2015).

Pendekatan isoterm adsorpsi dijelaskan oleh Freundlich dan Langmuir. Menurut Freundlich jika y adalah berat zat terlarut per gram adsorben dan c adalah konsentrasi zat terlarut maka dapat diturunkan persamaan berikut:

$$Xm/m = k.C^{1/n}$$

$$\log (Xm/m) = \log k + 1/n. \log Ce$$

dimana:

Xm = massa zat yang diadsorpsi

m = massa adsorben

Ce = konsentrasi zat pada saat setimbang

Berdasarkan persamaan di atas maka konstanta k dan n dapat dihitung dengan menggunakan persamaan linear. Menurut Handayani (2009), Langmuir pada tahun 1918 menurunkan teori isoterm adsorpsi dengan menggunakan lima asumsi mutlak, yaitu:

1. Gas yang diadsorpsi berkelakuan ideal dalam fasa uap
2. Gas yang teradsorpsi dibatasi sampai lapisan monolayer
3. Permukaan adsorbat homogen
4. Tidak ada interaksi lateral antar molekul adsorbat
5. Molekul gas teradsorpsi terlokalisasi

Persamaan isoterm Langmuir:

$$Ce/(x/m) = 1/a.b + 1/a.Ce$$

Nilai a dan k menunjukkan kapasitas dari adsorpsi ion logam Pb^{2+} .

MATERIAL DAN METODE

Alat

Peralatan gelas, oven merk Heacus Type 515042, neraca analitik ketelitian 0,001 gram, *shaker*, furnace, ayakan ukuran 30-40 mesh, piknometer, blender, AAS merk Shimadzu AA 6200.

Bahan

Garam $Pb(NO_3)_2$ *p.a*, padatan KI *p.a*, KIO_3 *p.a*, I_2 , $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, H_2SO_4 98%, asam asetat, starter bakteri *Acetobacter xylinum*, air

kelapa, indikator amilum, aquades, gula pasir, pupuk ZA (*Zwavelzuur Amonium*)

Cara Kerja

Pembuatan Serbuk Nata de Coco

Satu liter air kelapa ditambahkan dengan 4 gram pupuk ZA (*Zwavelzuur Amonium*) dan 75 gram gula pasir. Campuran diaduk hingga homogen kemudian direbus hingga mendidih. Setelah mendidih, dibiarkan selama 15 menit dengan api kecil. Sebanyak 20 mL asam asetat ditambahkan dan diaduk. Larutan didinginkan dan kemudian ditambahkan starter bakteri *Acetobacter xylinum* dengan perbandingan antara starter bakteri dan campuran air kelapa sebesar 1 : 5 dan diperam selama 15 hari. Nata de coco kemudian dipotong kecil-kecil dan direbus hingga bau asam asetat hilang dan lunak. Setelah direbus, nata de coco ditiriskan dan diblender. Untuk menjadikan serbuk, nata de coco yang telah diblender ditiriskan kembali dan letakkan di atas plat kaca kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 80°C. Lembaran nata dipotong-potong dan diblender hingga terbentuk serbuk. Serbuk yang diperoleh kemudian diayak dengan ukuran 30-40 mesh untuk menghomogenkan ukuran adsorben.

Karakterisasi Serbuk Nata de Coco

Karakterisasi meliputi kadar air, kadar abu, massa jenis dan daya serap terhadap iod.

Pengukuran Kadar Air

Sebanyak 1 gram serbuk nata de coco dimasukkan ke dalam cawan, kemudian dioven pada suhu 110°C selama 1 jam. Dimasukkan ke dalam desikator sampai diperoleh bobot konstan.

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

W_1 = massa awal adsorben (g)

W_2 = massa akhir adsorben (g)

Pengukuran Kadar Abu

Sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam krusibel, kemudian dimasukkan dalam furnace bersuhu 600°C selama 3 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator hingga diperoleh bobot konstan.

$$\text{Kadar abu} = \frac{W_2}{w_1} \times 100\%$$

W_1 = massa awal adsorben (g)

W_2 = massa akhir adsorben (g)

Pengukuran massa jenis

Massa jenis adsorben ditentukan dengan menggunakan piknometer 25 mL, yang diketahui berat kosongnya. Kemudian diisi dengan aquades

± 20 mL dan ditambahkan dengan 0,5 gram adsorben dan diisi lagi dengan aquades hingga penuh. Timbang dan didapatkan massa total.

$$\text{Massa jenis } (\rho) = \frac{W \text{ adsorben}}{V_{\text{piknometer}} - \left[\frac{W_{\text{total}} - (W_{\text{piknometer}} + W_{\text{adsorben}})}{\rho_{\text{air}}} \right]}$$

Pengukuran daya serap terhadap iod

Ditimbang 1 gram adsorben kemudian ditambahkan 50 mL larutan I_2 0,1 N diaduk selama 15 menit dan didiamkan selama 15 menit. Kemudian diambil 10 mL filtrat dan dilakukan proses titrasi dengan menggunakan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N hingga terbentuk warna kuning,

jika warna kuning telah samar lakukan penambahan 1 mL larutan amilum 1% sebagai indikator. Titrasi dilanjutkan hingga warna biru hilang. Lakukan tahapan yang sama tanpa penambahan adsorben yang digunakan sebagai blanko.

$$\text{Daya serap iod } (\%) = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 126,9 \times fp}{W_{\text{adsorben}}} \times 100\%$$

- V_1 : Volume $Na_2S_2O_3$ blanko (mL)
- V_2 : Volume $Na_2S_2O_3$ sampel (mL)
- N : Normalitas $Na_2S_2O_3$
- fp : faktor pengenceran

Pembuatan Kurva Baku Ion Pb^{2+}

Membuat seri konsentrasi 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm kemudian diukur dengan AAS pada panjang gelombang maksimal 283 nm

disaring, filtrat yang diperoleh kemudian diukur dengan AAS untuk kadar Pb^{2+} yang tersisa ($\lambda_{Pb} = 283$ nm).

Proses Adsorpsi Ion Pb^{2+} dengan variasi waktu kontak dan konsentrasi

Masing-masing sampel dengan variasi konsentrasi Pb^{2+} 15, 30, 45 dan 60 ppm. Masing-masing dimasukkan pada erlenmeyer yang berisi 1 gram adsorben serbuk nata de coco. Sampel dikocok dengan kecepatan 100 rpm. Percobaan dilakukan pada variasi waktu kontak proses adsorpsi yaitu 20, 40, dan 60 menit. Campuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan dan Karakterisasi Serbuk Nata de Coco

Sebanyak 18,62 kg nata de coco basah yang diproduksi dari 30 L air kelapa dihasilkan 258,480 gram serbuk nata de coco dan rendemen yang diperoleh sebesar 1,39%. Hasil karakterisasi dari adsorben disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Serbuk Nata de Coco

Jenis Uji	Hasil Uji
Kadar Air	2,45%
Kadar Abu	0,765%
Massa Jenis	0,154 g.cm ⁻³
Daya Serap terhadap Larutan Iod	13,56%

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air dari adsorben. Metode yang digunakan adalah metode gravimetri, yaitu analisis kimia berdasarkan pada perbedaan bobot

awal dan akhir sampel setelah perlakuan. Kandungan kadar air yang semakin rendah menunjukkan sedikitnya air yang tertinggal dan menutupi pori adsorben (Rahayu, 2014). Pada

penelitian ini diperoleh kadar air yang cukup kecil yaitu sebesar 2,45%. Kadar air yang terkandung dalam adsorben berbanding terbalik dengan kemampuan adsorpsinya. Semakin kecil kandungan air dalam adsorben maka daya adsorpsi dari adsorben tersebut semakin besar.

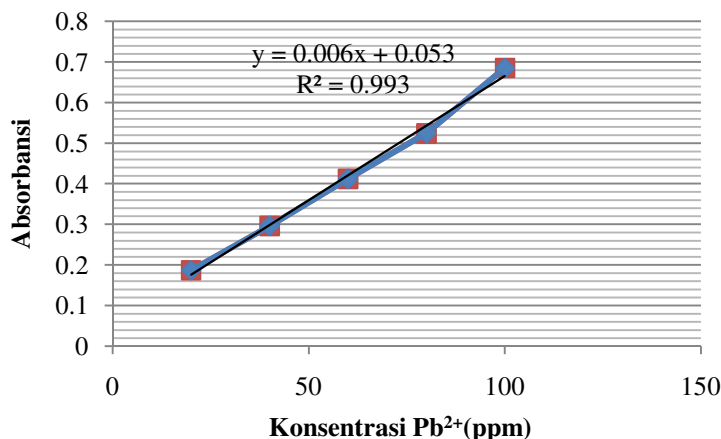
Adsorben serbuk nata de coco memiliki kadar abu 0,765%. Kadar abu menunjukkan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan penyumbatan pori sehingga luas permukaan adsorpsi semakin berkurang (Laos, 2016). Nilai kadar abu pada serbuk nata de coco sangat kecil dibandingkan dengan adsorben pada penelitian sebelumnya seperti arang sekam padi, sekam padi, arang biji nangka dan karbon aktif. Hal ini membuktikan bahwa di dalam nata de

coco yang merupakan *bacterial sellulosa* memiliki kemurnian yang tinggi (Krystinowicz, 2001).

Pengujian daya serap terhadap larutan iod bertujuan untuk mengetahui luas permukaan spesifik adsorben. Pada penelitian ini diperoleh daya serap terhadap iod sebesar 13,56%. Tinggi rendahnya daya serap terhadap larutan iod menunjukkan jumlah mikropori yang terbentuk dalam adsorben. Semakin besar daya serap terhadap iod maka akan semakin besar luas permukaan spesifiknya (Bello, 2017).

Kurva Baku Pb²⁺

Kurva baku ion Pb²⁺ dibuat dengan seri konsentrasi 20, 40, 60, 80,100 ppm dan menghasilkan persamaan garis: $y = 0,006x + 0,053$ dengan nilai R = 0.993.

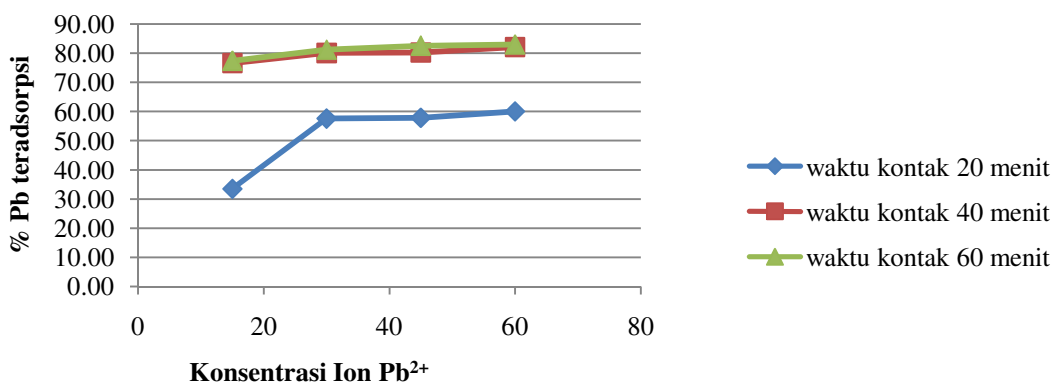


Gambar 2. Kurva Baku Pb²⁺

Persentase ion Pb²⁺ teradsorpsi dengan variasi konsentrasi pada waktu kontak

Dalam penelitian ini digunakan variasi konsentrasi ion Pb²⁺ dan waktu kontak untuk

mengetahui waktu optimum adsorpsi ion Pb²⁺. Hasil ditunjukkan dalam Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Ion Pb²⁺ teradsorpsi pada masing-masing waktu kontak

Data menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi, maka ion Pb^{2+} yang teradsorpsi semakin besar. Begitu pula dengan pengaruh waktu kontak. Semakin lama waktu kontak, maka ion Pb^{2+} yang teradsorpsi juga akan semakin besar. Hal ini terjadi karena interaksi antara adsorbat dengan adsorben akan lebih lama sehingga adsorpsi oleh adsorben semakin besar (Kaavessina, 2005).

Pada menit ke 20 terlihat pada kurva pada proses adsorpsi belum maksimal karena proses adsorpsi-desorpsi belum stabil. Pada menit ke 40 sampai 60 terlihat persentase adsorpsi ion Pb^{2+}

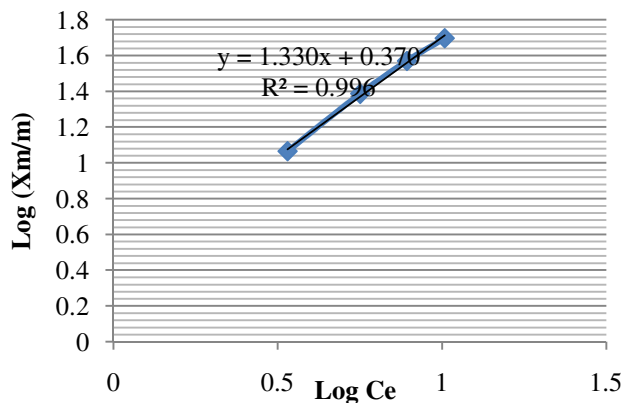
telah mengalami kesetimbangan. Dapat disimpulkan bahwa waktu optimum ion Pb^{2+} terletak pada menit ke 60.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi

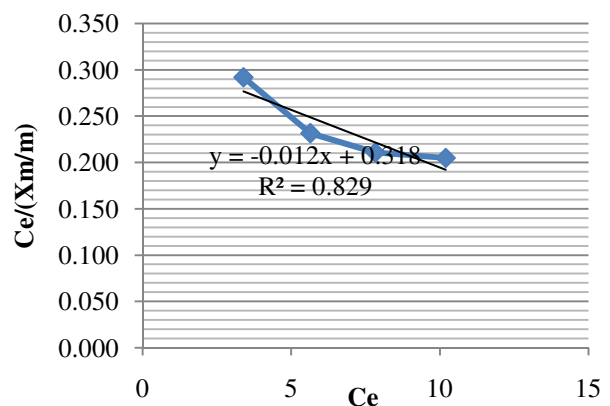
Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu adsorben dalam mengadsorpsi suatu adsorbat. Penentuan kapasitas adsorpsi ion Pb^{2+} dihitung pada waktu optimum (Jasmal, 2015). Pada penelitian ini waktu optimum yang diperoleh yaitu pada 60 menit.

Tabel 2. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi

No	C_e (ppm)	X_m/m	$C_e/(X_m/m)$	$\log X_m/m$	$\log C_e$
1	3,39	11,61	0,292	1,065	0,530
2	5,64	24,36	0,232	1,387	0,751
3	7,83	37,17	0,211	1,570	0,894
4	10,2	49,8	0,205	1,697	1,009



Gambar 4. Persamaan Isoterm Freundlich



Gambar 5. Persamaan isoterm Langmuir

Pola isoterm yang sesuai dapat diketahui dari R pada kedua grafik. Pada isoterm Langmuir diperoleh persamaan $y = -0,012x + 0,318$ dengan $R^2 = 0,829$. Pada isoterm Freundlich diperoleh persamaan $y = 1,330x + 0,370$ dengan nilai $R^2 = 0,996$. Dari hasil yang diperoleh maka kecenderungan adsorpsi ion Pb^{2+} menggunakan adsorben serbuk nata de coco cenderung pada isoterm Freundlich daripada Langmuir karena nilai R mendekati 1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi serbuk nata de coco terhadap ion Pb^{2+} sebesar 2,34 mg/g. Isoterm adsorpsi Freundlich mengasumsikan bahwa adsorpsi terjadi secara

fisik artinya penyerapan lebih banyak terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi fisik ini terjadi karena adanya ikatan van Der waals yaitu gaya tarik menarik yang lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben (Jasmal dkk., 2015).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar konsentrasi ion Pb^{2+} maka % Pb teradsorpsi juga semakin besar. Semakin lama waktu kontak maka %Pb teradsorpsi akan semakin besar. Waktu optimum adsorpsi serbuk nata de coco

terhadap ion Pb^{2+} tercapai pada menit ke-60. Kapasitas adsorpsi serbuk nata de coco terhadap ion Pb^{2+} sebesar 2,34 mg/gram dengan pendekatan isoterm Freundlich

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal. 2008. Selulosa Bakterial Nata de Coco sebagai Adsorban pada Proses Adsorpsi Logam Cr(III). *Jurnal Gradien*. 4:(1) 308-313.
- Atkins, P.W. 1997. *Kimia Fisika Jilid 2*. Terjemahan oleh Irma I.Kartohadipirojo.1999. Jakarta: Erlangga.
- Bello, O.S, Adagoke, K.A and Akinyunni, O.O. 2017. Preparation and Characterization of a Novel Adsorbent from *Moringa Oleifera* Leaf. *Appl Water Sci*. (7): 1295-1305.
- Eistiwijaya, S. 2009. *Pengaruh Konsentrasi terhadap Adsorpsi Ion Cu^{2+} dan Cd^{2+} oleh Arang Sekam Komersial dan Arang Sekam Padi sebagai Adsorben dengan Metode Batch*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Handayani,M dan Sulistiyono, E. 2009. Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*.
- Herwanto, B dan Santoso, E. 2006. Adsorpsi Ion Logam Pb(II) pada Membran Selulosa-Khitosan Terikat Silang. *Akta Kimindo*. 2 (1): 9-24.
- Jasmal, dkk. 2015. Kapasitas Adsorpsi Arang aktif Ijuk Pohon Aren (*Arenga pinnata*) terhadap ion Pb^{2+} . *Jurnal Sainsmat*. 4 (1): 57-66.
- Kaavessina, M. 2005. Kesetimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) dengan Adsorben Chitin Cara Batch. *Ekulibrium*.4 (1): 36-44.
- Krystynowicz, 2001. Biosynthesis of Bacterial Cellulose and Its Potential Application in the Different Industries. <http://www.biotechnology.pl.com/scienc e/krystynomcz.htm>. Diakses tanggal 12 Mei 2009
- Laos, L.E dan Selan, A. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. 4 (1): 32-36.
- Nurastiningtyas, A. 2005. *Studi Adsorpsi Ion Kadmium(II) sebagai $Cd(NO_3)_2$ oleh Adsorben Serbuk Gergaji Kayu Lamtoro Gung dan Arangnya, serta Arang Komersial dengan Variasi Waktu Kontak dan Volume Adsorbat*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Piluharto, B. 2003. Kajian Sifat Fisik Film Tipis Nata de Coco sebagai Membran Ultrafiltrasi. *Jurnal ILMU DASAR*. 4 (1): 52-57.
- Priyantha, N, Navaratnee, and Kulasooriya. 2015. Adsorption of heavy metal Ion on Rice Husk: Isoterm Modelling and Error Analysis. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*.8 (2): 336-342.
- Rahayu, A.N dan Adhityawarman. 2014. Pemanfaatan Tongkol Jagung sebagai Adsorben Besi pada Air Tanah. *JKK*. 3 (3): 7-13.
- Sembiring, Z., dkk. 2008. *Studi Proses Adsorpsi-Desorpsi Ion Logam Pb(II), Cu(II) dan Cd(II) terhadap Pengaruh Waktu dan Konsentrasi pada Biomassa *Nannochloropsis sp.* yang Terenkapsulasi Aqua-gel Silika dengan Metode Kontinyu*. Lampung: Disajikan dalam Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II. Universitas Lampung.
- Sukardjo. 1985. *Kimia Anorganik*. Yogyakarta: Bina Aksara.