

PEMANFAATAN BIOMASSA KULIT BATANG JAMBU BIJI (*Psidium guajava L.*) UNTUK ADSORPSI LOGAM BESI

Utilization of Biomass from Guava's (*Psidium guajava L*) Bark on Adsorption Iron Metal

*Lerois Purba, Indarini Dwi Pursitasari dan Irwan Said

Pendidikan Kimia/FKIP - Universitas Tadulako, Palu - Indonesia 94118

Received 05 Desember 2014, Revised 14 January 2015, Accepted 13 February 2015

Abstract

Guava's bark contains tannin compound that can be used as an adsorbent. The purpose of this study was to determine the optimum conditions of the adsorption of iron by the bark and its maximum absorption capacity. The study was conducted by mass variation of bark for iron metal adsorption. The measurement of iron concentration which was not absorbed by the bark was conducted by Atomic Absorption Spectrophotometer. The results showed that the adsorbent as of 2.5 grams can absorb 1.93 mg/g with percent absorbance of 48.34%, and the maximum absorption capacity of iron lost at 4.98 mg/g.

Keywords: Adsorption, Biomass of Guava's bark, Iron metal.

Pendahuluan

Salah satu sumber daya hayati yang cukup potensial di Indonesia adalah tanaman jambu biji (*Psidium guajava L.*) dengan berbagai macam jenisnya. Jambu biji digunakan sebagai makanan buah segar dan sebagai olahan yang memiliki zat gizi seperti vitamin A dan vitamin C. Selain itu jambu biji juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk batu ginjal dan diare serta membantu penyembuhan penderita demam berdarah. Seiring dengan perkembangan teknologi, jambu biji telah ditingkatkan pemanfaatannya sehingga memberikan nilai yang lebih tinggi. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai adsorben dalam proses adsorpsi logam berat seperti Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Zink (Zn), Besi (Fe) dan sebagainya (Wisnubroto, 2002).

Salah satu zat kimia pada daun, kulit batang, dan daging buah jambu biji adalah tanin. Kandungan tanin pada kulit batang jambu biji lebih banyak dibanding daun. Kulit batang jambu biji memiliki kadar tanin 12–30% sedangkan kadar tanin pada daun sebesar 11–17%. Oleh karena itu, kulit batang jambu biji dapat digunakan sebagai adsorben

dalam mengadsorpsi logam berat seperti besi (Ticzon, 1997). Penelitian ini mengacu pada kulit batang jambu biji tersebut, dimana kulit batang jambu biji digunakan sebagai adsorpsi ion logam sehingga diharapkan bahwa tanin memiliki kemampuan untuk menyerap logam.

Kemajuan di bidang industri sekarang ini mengakibatkan banyaknya aktivitas manusia yang menyebabkan dampak pencemaran lingkungan di sekitarnya meningkat. Pertambahan jumlah industri dan penduduk membawa akibat bertambahnya beban pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah industri dan domestik. Pencemaran lingkungan oleh logam berat menjadi masalah yang cukup serius seiring dengan penggunaan logam berat dalam bidang industri yang semakin meningkat. Logam berat banyak digunakan karena sifatnya yang dapat menghantarkan arus listrik dan panas serta dapat membentuk logam paduan dengan logam lain.

Logam berat merupakan jenis pencemar yang sangat berbahaya dalam sistem lingkungan hidup karena bersifat tidak dapat terbiodegradasi, toksik, serta mampu mengalami bioakumulasi dalam rantai makanan (Anis & Gusrizal, 2006). Tidak seperti polutan organik yang pada beberapa kasus pencemaran dapat didegradasi, logam berat yang dibuang ke lingkungan cenderung tidak terdegradasi, tersirkulasi dan biasanya terakumulasi melalui

*Korespondensi:

L. Purba

Program Studi Pendidikan kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako

email: lerois.purba@gmail.com

© 2015 - Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Tadulako

rantai makanan yang merupakan ancaman bagi hewan dan manusia (Chen, dkk., 1996)

Logam berat tersebar di seluruh permukaan bumi, tanah, air, maupun udara, dan beberapa diantaranya berperan penting dalam kehidupan makhluk hidup dan disebut sebagai unsur hara mikro esensial. Secara biologis beberapa logam dibutuhkan oleh makhluk hidup pada konsentrasi tertentu dan dapat berakibat fatal apabila tidak dipenuhi. Oleh karena itu, logam-logam esensial masuk dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh. Semua logam berat dapat menjadi racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup bila konsentrasi logam terlarutnya berlebihan (Palar, 2008).

Tingginya kandungan logam berat di suatu perairan dapat menyebabkan kontaminasi, akumulasi bahkan pencemaran terhadap lingkungan seperti biota, sedimen, air dan sebagainya (Lu, 1995). Air merupakan materi yang paling esensial bagi manusia, selain udara. Tanpa adanya air manusia mustahil untuk hidup. Sedikit berbeda dengan udara yang selalu dimurnikan oleh alam dan sedikit bantuan manusia, air tidaklah demikian. Saat ini masalah pemenuhan kebutuhan air bersih dan air lebih layak minum penduduk dunia semakin nyata, meningkatnya berbagai aktivitas manusia seperti kegiatan industri, pertambangan, teknologi komunikasi dan transportasi ternyata membawa berbagai dampak lain yang merugikan. Salah satu dampak yang merugikan bagi lingkungan dan bagi manusia sendiri adalah pencemaran lingkungan akuatik oleh logam (Ahuja, 2009).

Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, dan rasa. Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya lebih besar dari 1,0 mg/L (Darmono, 1995).

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ion logam berat dalam limbah cair diantaranya adalah adsorpsi, pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi, dan dengan cara penyerapan bahan pencemar oleh adsorben baik berupa resin sintetik, maupun karbon (Giequel,

dkk., 1997). Diantara metode-metode tersebut, adsorpsi merupakan metode yang paling umum dipakainya karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan dapat diregenerasi serta ekonomis.

Teknik adsorpsi terhadap logam berat telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai macam adsorben, yakni pemanfaatan limbah sagu untuk menghilangkan limbah tembaga(II) (Maheswari, dkk., 2008), penghilangan ion timbal(II) oleh abu tanaman bambu dan karbon aktif (Kannan & Veemaraj, 2009), penghilangan ion arsen dari larutan menggunakan karbon aktif (Ansari & Sadegh, 2007), adsorpsi ion logam Cu(II) menggunakan lignin dari limbah serbuk kayu (Lelifajri, 2010), biosorpsi ion logam Pb(II), Cu(II) dan Cd(II) oleh biomassa *Sargassum duplicatum* dengan matrik silika gel (Buhani & Zipora, 2006), biosorpsi kromium(VI) pada serat sabu kelapa hijau (Wayan & Dwi, 2010).

Selain menggunakan berbagai jenis adsorben di atas, metode adsorpsi juga dapat dilakukan dengan menggunakan tumbuhan sebagai penyerap logam berat, baik yang berasal dari air maupun tanah. Contohnya adalah pemanfaatan rumput alang-alang sebagai biosorben Cr(VI) (Rahmi, dkk., 2009), adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun eceng gondok (Al-Ayub, dkk., 2010) dan adsorpsi ion Pb(II) dalam air dengan jerami padi (Yanuar, dkk., 2009), pemanfaatan tongkol jagung sebagai adsorben besi pada air tanah (Antonia & Adhitiyawardana, 2014).

Penelitian ini bertujuan menentukan kondisi optimum adsorpsi besi oleh kulit batang jambu biji dan kapasitas serapan maksimum kulit batang jambu biji.

Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat-alat gelas (gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, pipet ukur, labu ukur, gelas arloji dan batang pengaduk), Spektrofotometer Serapan Atom (GBC 932 AA), neraca analitik, spatula, pengaduk magnet dan arloji. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut: serbuk kulit batang jambu biji, larutan FeCl₃, kertas saring Whatman 41 dan akuades. Pembuatan larutan standar Fe 100 ppm dengan mengambil padatan FeCl₃ sebanyak 0,2906 gram dan melarutkannya dengan akuades dalam labu takar 1000 mL yang volumenya ditetapkan sebagai tanda batas.

Penyiapan Adsorben Kulit Batang Jambu biji

Kulit batang jambu biji yang telah

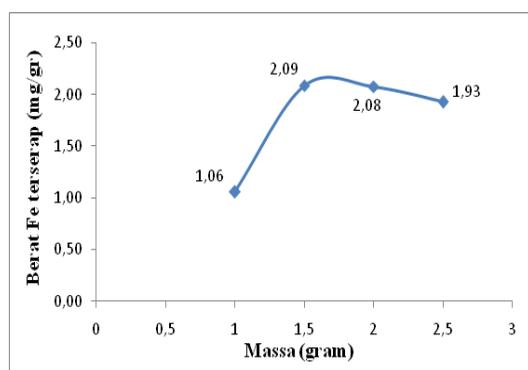
dibersihkan, diangin-anginkan selama ± 2 hari, kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender, lalu diayak dengan ukuran 100 mesh. Serbuk kulit batang jambu biji yang telah diayak disimpan di dalam kotak kedap udara yang ditutup rapat.

Variasi Massa

Sebanyak 100 mL larutan FeCl_3 dengan konsentrasi 100 ppm dicampurkan dengan 1 gram adsorben dengan waktu 120 menit, kemudian diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet, kemudian melakukan hal yang sama dengan variasi dosis adsorben yaitu 1,5 gram, 2,0 gram, dan 2,5 gram. Filtrat dipisahkan dari adsorben dengan kertas saring Whatman 41 dan menentukan konsentrasi besi dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Perbedaan konsentrasi besi sebelum dan sesudah perlakuan merupakan jumlah konsentrasi logam besi yang terserap oleh adsorben.

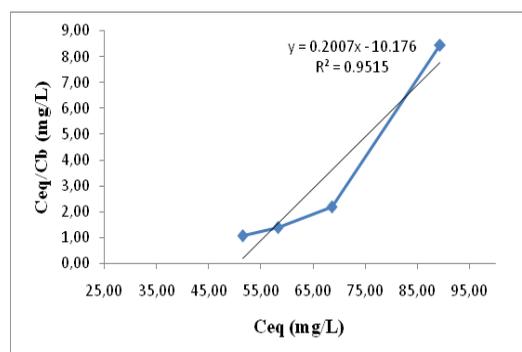
Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian tentang pemanfaatan kulit batang jambu biji sebagai adsorben besi pada variasi massa. Hasil penelitian lainnya adalah kapasitas serapan maksimum kulit batang jambu biji dalam menyerap besi. Data hasil pengukuran berat Fe terserap pada variasi massa terhadap adsorpsi ion logam besi(III) oleh adsorben kulit batang jambu biji dapat dilihat pada kurva seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Kurva Hubungan antara Massa (gram) terhadap Berat Fe terserap (mg/gr)

Data nilai hasil kapasitas serapan maksimum adsorpsi ion logam besi(III) oleh adsorben kulit batang jambu biji dapat dilihat pada kurva linearitas Langmuir seperti pada **Gambar 2**.

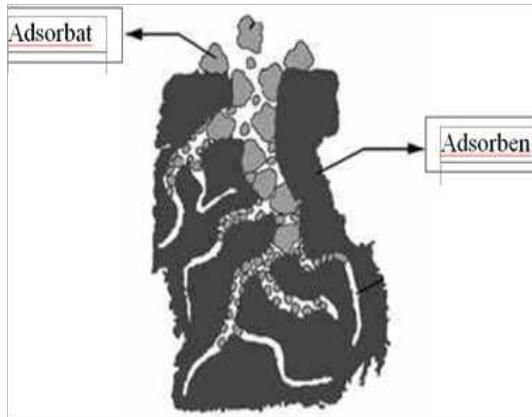


Gambar 2. Kurva linearitas Langmuir untuk serapan ion besi

Gambar 1 menunjukkan terjadi peningkatan penyerapan ion logam Fe(III) pada dosis 1 sampai 1,5 gram, namun pada dosis 2 sampai 2,5 gram adsorben terjadi penurunan adsorpsi ion logam Fe(III) . Terjadinya peningkatan serapan logam besi pada berat adsorben 1 – 1,5 gram, karena kerapatan sel adsorben dalam larutan sehingga menghasilkan interaksi yang cukup efektif antara pusat aktif dinding sel adsorben dengan ion logam. Semakin banyak zat penyerap maka semakin banyak pusat aktif adsorben yang bereaksi (Radyawati, 2011). Ion Fe(III) terserap secara maksimal pada rentang waktu 120 menit. Hal ini berarti pada waktu rentang tersebut terjadi kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat (Permanasari, dkk., 2011). Sehingga pada penentuan massa terhadap adsorpsi ion Fe(III) menggunakan rentang waktu 120 menit.

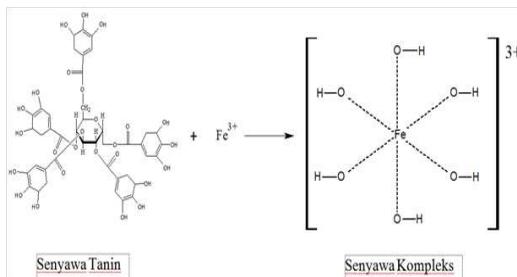
Selanjutnya serapan ion Fe(III) relatif menurun pada dosis adsorben 2 gram sampai 2,5 gram. Hal ini terjadi karena permukaan adsorben sudah dalam keadaan jenuh dengan ion-ion logam besi, dimana pusat aktif telah jenuh dengan ion logam maka peningkatan dosis adsorben relatif tidak meningkatkan penyerapan ion logam oleh adsorben (Radyawati, 2011). Hal ini terjadi karena Fe(III) teradsorpsi secara fisik yang menyebabkan terlepasnya kembali Fe(III) ke dalam larutan sampel. Pada adsorpsi fisik, gaya yang mengikat adsorbat oleh adsorben adalah gaya Van der Waals. Akibat adanya gaya-gaya yang bekerja antara adsorbat dan adsorben menyebabkan proses adsorpsi logam dapat terjadi, dimana proses adsorpsi ini relatif berlangsung sangat cepat dan bersifat reversibel. Adsorbat yang terikat secara lemah pada permukaan adsorben, dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke bagian permukaan lain (Ambarita, 2008). Adsorpsi fisik terjadi dimana Fe(III) terperangkap ke dalam rongga atau pori-pori dari adsorben. Peristiwa adsorpsi

tersebut ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Proses adsorpsi Fe(III) ke dalam pori-pori adsorben (Lestari, 2010)

Proses adsorpsi ion Fe(III) dari larutan sampel dengan adsorben serbuk kulit batang jambu biji, selain berlangsung secara fisik, proses adsorpsi juga berlangsung secara kimia. Adsorpsi kimia terjadi karena adanya reaksi kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan permukaan adsorben yang berupa pembentukan senyawa kompleks **Gambar 4**.



Gambar 4. Reaksi Kompleks antara Fe(III) dengan senyawa tanin (Sa'adah, 2010)

Tanin merupakan senyawa yang mempunyai bobot molekul tinggi dan mempunyai gugus hidroksil dan gugus karboksil sehingga dapat membentuk senyawa kompleks dengan logam, protein dan makromolekul lainnya. Senyawa kompleks adalah senyawa yang pembentukannya melibatkan pembentukan ikatan kovalen koordinasi antara ion logam atau atom logam dengan atom non logam (Horvart, 1981).

Pembentukan senyawa kompleks, atom atau ion logam disebut sebagai atom pusat, sedangkan atom yang mendonorkan elektronnya ke atom pusat disebut atom donor atau ligan. Atom donor terdapat pada suatu

ion atau molekul netral yang memiliki atom-atom donor yang dikoordinasikan pada atom pusat. Suatu molekul dikatakan sebagai ligan jika atomnya memiliki pasangan elektron bebas atau memiliki elektron tak berpasangan (Effendy, 2007).

Berdasarkan hal tersebut dapat diduga di dalam serbuk kulit batang jambu biji terdapat senyawa polifenol yaitu senyawa tanin. Hal ini terlihat saat terbentuknya warna hijau kehitaman saat adsorben dan larutan sampel dicampurkan, dimana senyawa tanin membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe(III) seperti yang terlihat pada **Gambar 4**. Terbentuknya senyawa kompleks antara tanin dan larutan sampel karena adanya ion Fe(III) sebagai atom pusat dan tanin memiliki atom oksigen yang mempunyai pasangan elektron bebas yang bisa mengkoordinasikan ke atom pusat sebagai ligannya (Sa'adah, 2010).

Grafik antara ion logam yang terserap terhadap konsentrasi ion logam yang tersisa dalam larutan menghasilkan kurva seperti rektanguler hiperbola, menunjukkan karakteristik isoterm Langmuir (Nurdin, 1998). Penelitian ini digunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir untuk diterapkan pada kinetika adsorpsi ion besi oleh serbuk kulit batang jambu biji. Model ini berdasar pada beberapa asumsi, yaitu: permukaan adsorben bersifat homogen, sehingga energi adsorpsi konstan pada seluruh bagian, tiap atom teradsorpsi pada lokasi tertentu di permukaan adsorben, dan tiap bagian permukaan hanya dapat menampung satu molekul atau atom (Sembodo, 2006). Kurva linearitas Langmuir untuk serapan ion besi terdapat pada Gambar 2.

Dengan menggunakan persamaan regresi linear untuk serapan besi diperoleh koefisien korelasi $R^2 = 0,9515$, kapasitas serapan maksimum (am) besi sebesar 4,98 mg/g. Hal ini berarti bahwa tiap 1 gram serbuk kulit batang jambu biji mampu menyerap Fe sebesar 4,98 mg.

Kesimpulan

Massa adsorben kulit batang jambu biji berpengaruh terhadap penyerapan logam besi, dimana pada dosis 2,5 gram dapat menyerap logam besi sebesar 1,93 mg/g dengan persentase serapan 48,34%. Kapasitas serapan maksimum serbuk kulit batang jambu biji terhadap logam besi dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir yaitu sebesar 4,98 mg/gr.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Idha Kesumawati laboran di laboratorium Agroteknologi Pertanian atas bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini, dan semua pihak yang telah membantu sehingga tulisan ini dapat terselesaikan.

Referensi

- Ahuja, S. (2009). *Handbook of water quality and purity 1st edition*. New York: Academic Press.
- Al-Ayub, M. C., Himmatul, B., & Diana, C. D. (2010). Studi kesetimbangan adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). *ALCHEMY*, 1(2), 53-103.
- Ambarita. (2008). *Modifikasi mesin pendingin adsorpsi pada komponen kondensor, reservoir, katup ekspansi dan evaporator*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Anis, S., & Gusrizal. (2006). Pengaruh pH dan penentuan kapasitas adsorpsi logam berat pada biomassa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). *Indonesian Journal of Chemistry*, 6(10), 56-60.
- Ansari, R., & Sadegh, M. (2007). Application of activated carbon for removal of arsenic ions from aqueous solutions. *E-Journal of Chemistry*, 4, 103-108.
- Antonia, N. R., & Adhitiyawarman. (2014). Pemanfaatan tongkol jagung sebagai adsorben besi pada air tanah. *JKK*, 3(3), 7-13.
- Buhani, S., & Zipora, S. (2006). Biosorpsi ion logam Pb(II), Cu(II) dan Cd(II) pada biomassa sargassum duplicatum dengan matrik silika gel. *Indonesian Journal of Chemistry*, 6(3), 245-250.
- Chen, J. P., Chen, W. R., & Chi, R. H. (1996). Biosorption of copper from aqueous solution by plant root tissues. *Journal of Ferment and Bioeng*, 81(5), 458-463.
- Darmono. (1995). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan toksikologi senyawa logam*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Effendy. (2007). Perspektif baru kimia koordinasi. Malang: Bayumedia.
- Giequel, L., Wolbert, D., & Laplanche, A. (1997). Adsorption of antrazine by powdered activated carbon: Influence of dissolved organic and mineral matter of natural water. *Environmental Science and Technology*, 18, 467-478.
- Horvart. (1981). *Tannins definition*. Retrieved 04 Februari, 2014, from <http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tanin/definition.html>.
- Kannan, N., & Veemaraj, T. (2009). Removal of lead(II) ions by adsorption onto bamboo dust and commercial activated carbons-a comparative study. *E-Journal of Chemistry*, 6, 247-256.
- Lelifajri. (2010). Adsorpsi ion logam Cu(II) menggunakan lignin dari limbah serbuk kayu gergaji. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(3), 126-129.
- Lestari, S. (2010). Pengaruh berat dan waktu kontak untuk adsorpsi timbal(II) oleh adsorben kulit batang jambu biji (*Psidium Guajava L.*). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 8(1), 6-9.
- Lu, F. C. (1995). *Toksikologi Dasar*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Maheswari, P., Venilamani, N., Madhavakrishnan, S., Shabudeen, P. S. S., Venkatesh, R., & Pattabhi, S. (2008). Utilization of sago waste as an adsorbent for the removal of Cu(II) ion from aqueous solution. *E-Journal of Chemistry*, 5, 233-242.
- Nurdin, R. (1998). *Biosorpsi seng(II) dan kromium oleh biomassa aspergillus niger*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Palar, H. (2008). Pencemaran dan toksikologi logam berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Permanasari, A., Hartati, C. S., & Zackiyah. (2011). *Adsorpsi simultan kitosan-bentonit terhadap ion logam dan residu pestisida dalam air minum dengan teknik batch*. Karya Tulis Ilmiah. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Radyawati. (2011). *Pembuatan biocharcoal dari*

- kulit pisang kepok untuk penyerapan logam timbal(Pb) dan logam zink(Zn)*. (Skripsi). Palu: Universitas Tadulako.
- Rahmi, H., Ina, R., Arwin, F., & Noer, K. (2009). Pemanfaatan rumput alang-alang (*imperata cylindrica*) sebagai biosorben Cr(VI) pada limbah industri sasirangan dengan metode teh celup. *Sains dan Terapan Kimia*, 2(1), 57-73.
- Sa'adah, L. (2010). *Isolasi dan identifikasi senyawa tanin dari daun belimbing wuluh (Averrhoa Bilimbi L.)*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Sembodo, B. S. T. (2006). Model kinetika langmuir untuk adsorpsi timbal pada abu sekam padi. *Ekuilibrium*, 5(1), 28-33.
- Ticzon, R. (1997). *Ticzon herbal medicine encyclopaedia*: Romeo Ticzon Publishing. ISBN No. 97191-7231-2.
- Wayan, S. I., & Dwi, A. Y. (2010). Biosorpsi kromium(VI) pada serat sabut kelapa hijau (*cocos nucifera*). *Jurnal Kimia*, 4(2), 158-166.
- Wisnubroto. (2002). *Pengolahan logam berat dari limbah cair dengan tanin*. Banten: Pusat Pengembangan Pengolahan Limbah Radioaktif.
- Yanuar, H. M., Dharma, S., & Vieter, J. M. (2009). Adsorpsi ion Pb(II) dalam air dengan jerami padi. *Percikan*, 100, 67-74.