

Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*) sebagai Biosorben Ion Timbal(II)

Utilization of Kepok Banana's (*Musa acuminata*) Peel Waste As Lead(II) Ion Biosorben

Gatut Ari Wardani, Winda Trisna Wulandari

STIKes Bakti Tunas Husada Tasikmalaya Prodi Farmasi
Jl. Cilolohan No. 36, Tasikmalaya. 46115

Email: gatutariwardani@stikes-bth.ac.id

Received: April 2018; Revised: July 2018; Accepted: November 2018; Available Online: November 2018

Abstrak

Penggunaan limbah kulit pisang kepok untuk mengadsorpsi ion logam timbal(II) telah berhasil dilakukan. Kulit pisang kepok diaktivasi menggunakan asam nitrat sebelum digunakan sebagai adsorben. Waktu optimum yang dibutuhkan kulit pisang kepok untuk mengadsorpsi logam timbal(II) adalah 45 menit dengan persen logam teradsorpsi sebesar 41.779%. Kinetika adsorpsi timbal(II) pada kulit pisang kepok mengikuti model kinetika pseudo dua Ho dengan nilai R^2 sebesar 0.997 dan nilai k sebesar 0.063 menit⁻¹. Isoterm adsorpsi dari timbal(II) pada kulit pisang kepok mengikuti model adsorpsi Freundlich dengan nilai R^2 sebesar 0.893 dan kapasitas adsorpsi sebanyak 54.752 mg/gram.

Kata kunci: Timbal, kulit pisang kepok, kinetika adsorpsi, isoterm adsorpsi.

Abstract

The use of waste of kepok banana's peel to adsorb lead(II) metal ion was done. Peel of kepok banana was activated by using nitric acid before used as adsorbent. The optimum time needed by kepok banana's peel to adsorb lead(II) metal was 45 minutes with adsorbed metal was 41.779%. Adsorption kinetics of lead(II) at kepok banana's peel follows kinetic model of Ho pseudo second with the value of R^2 is 0.997 and k was 0.063 minutes⁻¹. Isothermal adsorptions from lead(II) on kepok banana's peel follows Freundlich adsorption model with R^2 was 0.893 and capacity of adsorption was 54.752 mg/gram.

Keyword: Lead, kepok banana's peel, adsorption kinetics, isothermal adsorption.

DOI: <http://10.15408/jkv.v4i2.6918>

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan air merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat. Ketersediaan air bersih semakin hari semakin sedikit. Logam berat sebagai zat pencemar perairan sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Salah satu logam berat yang dapat menimbulkan pencemaran air yaitu timbal (Pb). Timbal merupakan salah satu jenis logam berat yang mempunyai tingkat toksisitas

tinggi. Menurut Safrianti *et al.*, (2012), logam timbal dapat masuk ke lingkungan melalui limbah industri seperti industri baterai, bahan bakar, pengecoran ataupun pemurnian dan industri kimia lainnya.

Menurut Ashraf *et al.*, (2010), proses-proses pemisahan ion logam umumnya memerlukan biaya yang cukup besar dan mempunyai efektivitas yang rendah apabila diterapkan pada konsentrasi rendah. Oleh

sebab itu, alternatif pengolahan limbah logam berat yang efektif dan efisien serta ekonomis masih sangat dibutuhkan sampai saat ini. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah biosorpsi.

Biosorpsi merupakan metode alternatif untuk menghilangkan logam berat dari limbah perairan karena menggunakan bahan biomaterial yang mudah didapat dan biayanya relatif murah (Alluri, *et al.*, 2007). Biosorben mempunyai kemampuan mengikat logam berat dari dalam larutan melalui langkah-langkah metabolisme atau kimia fisika. Proses pengolahan ini tidak memerlukan proses pemindahan limbah karena dapat dilakukan ditempat. Bahan baku yang melimpah, murah, proses pengolahan limbah yang efisien, minimalisasi lumpur yang tersebut, serta tidak adanya nutrisi serta proses regenerasi merupakan keuntungan lain dalam pemakaian biosorben (Ashraf *et al.*, 2010).

Menurut Susilawaty *et al.* (2015), kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) merupakan salah satu bahan biomaterial yang dapat menyerap ion logam. Salah satu senyawa yang terkandung dalam kulit pisang kepok yaitu selulosa. Keberadaan selulosa ini yang menyebabkan kulit pisang kepok dapat menyerap ion logam. Ion logam yang bermuatan positif akan terikat oleh gugus hidroksil yang kaya dengan elektron. Limbah kulit pisang kepok dapat menurunkan kadar Fe^{2+} dalam larutan berair. Kulit pisang kepok juga dapat mengikat ion mangan dalam air sumur (Thuraidah *et al.*, 2015). Dengan demikian, limbah kulit pisang kepok dimungkinkan dapat digunakan sebagai bahan yang mampu mengurangi kadar logam berat seperti logam timbal (Pb). Penelitian ini mengkaji kinetika dan isoterm adsorpsi logam timbal(II) pada limbah kulit pisang kepok teraktivasi asam nitrat.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit pisang kepok, akuabides, dan bahan-bahan dari Merck dengan kualitas p.a yaitu asam nitrat (HNO_3) dan timbal nitrat ($Pb(NO_3)_2$). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah peralatan gelas laboratorium, *magnetic stirrer*, ayakan, *stopwatch*, neraca analitik (Mettler Toledo ME204E), oven, spektrometer

serapan atom (SSA, ContraAA 300), spektrometer FTIR (Simadzu 8400 a).

Aktivasi Limbah Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang kepok dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel kemudian dicuci dan dibersihkan dengan akuades. Setelah bersih, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering. Kulit pisang kepok yang sudah kering dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan yang berukuran 100 mesh. Serbuk kulit pisang kepok kemudian disimpan dalam botol kedap udara dan diambil 0.5 gram untuk dianalisis gugus fungsinya dengan menggunakan spektrometer FTIR. Serbuk kulit pisang kepok yang disimpan kemudian diaktivasi dengan cara merendamnya ke dalam larutan asam nitrat pekat (5M). Setelah 90 menit kemudian disaring dan dicuci sampai padatan netral. Padatan netral kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven 70 °C sampai kering. Padatan tersebut kemudian dianalisis gugus fungsinya menggunakan FTIR.

Studi Kinetika Adsorpsi

Sebanyak 0.125 gram serbuk kulit pisang kepok direndam dengan 25 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ 10 ppm. Campuran kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu ruang. Waktu interaksi divariasikan selama 0, 5, 15, 30, dan 45 menit. Filtrat diambil sebanyak 10 mL dan kemudian dianalisa menggunakan spektrometer serapan atom (SSA) untuk mengetahui jumlah ion timbal(II) yang tersisa dalam larutan.

Studi Isoterm Adsorpsi

Sebanyak 0.125 gram serbuk kulit pisang kepok direndam dengan 25 mL larutan $Pb(NO_3)_2$. Konsentrasi timbal(II) divariasikan sebesar 10, 15, 20, dan 25 ppm. Campuran kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu ruang selama 45 menit. Filtrat diambil sebanyak 10 mL dan kemudian di analisis menggunakan spektrometer serapan atom (SSA) untuk mengetahui jumlah ion timbal(II) yang tersisa dalam larutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivasi adsorben dari Limbah Kulit Pisang Kepok

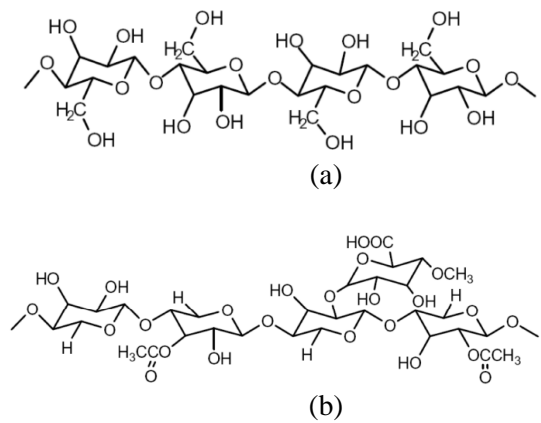
Menurut Suryanto, *et al.* (2014), serat alam seperti kulit pisang kepok sebagian besar mengandung selulosa dan hemiselulosa.

Struktur kimia dari keduanya dapat dilihat pada Gambar 1. Gugus-gugus hidroksil (-OH) yang kaya akan elektron yang terdapat dalam struktur selulosa dapat berpotensi untuk mengikat ion-ion logam yang bermuatan positif.

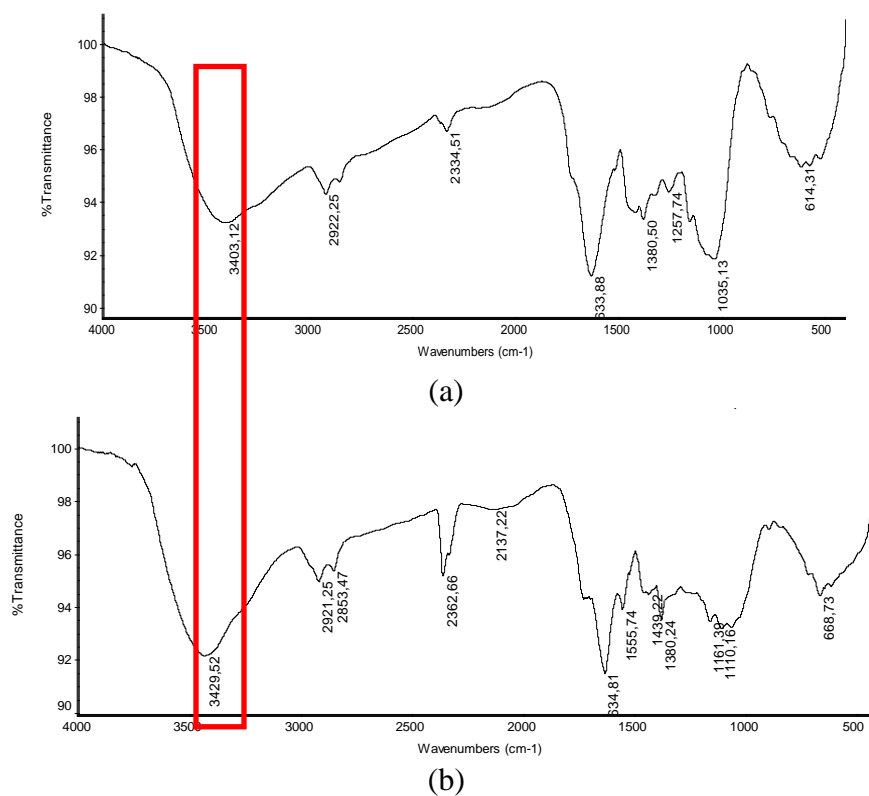
Limbah kulit pisang kepok yang digunakan untuk mengadsorpsi timbal(II) perlu diaktivasi terlebih dahulu dengan menggunakan larutan asam nitrat. Aktivasi bertujuan untuk memperbanyak jumlah sisi aktif adsorben sehingga dapat meningkatkan daya serapnya (Sudiarta, 2009). Penggunaan asam nitrat sebagai agen pengaktivasi karena mempunyai ion H^+ . Ion tersebut dapat melarutkan ion-ion yang mengotori permukaan biosorben dengan cara menukar ion logam yang terikat pada gugus hidroksil sehingga gugus-gugus hidroksil bebas dari ion-ion logam. Dengan demikian, ion timbal(II) bisa terikat lebih optimal pada gugus-gugus hidroksil yang terdapat pada struktur selulosa.

Spektra IR dari kulit pisang kepok sebelum dan sesudah di aktivasi (Gambar 2) menunjukkan adanya pergeseran-pergeseran serapan yang mengindikasikan adanya perubahan sifat dari kulit pisang kepok setelah proses aktivasi. Spektra IR menunjukkan adanya pergeseran serapan gugus hidroksi (-

OH) dari 3403.12 cm^{-1} menjadi 3429.52 cm^{-1} . Pergeseran bilangan gelombang ke arah bilangan gelombang yang lebih panjang menunjukkan terjadinya peningkatan energi dan kekuatan ikatan. Intensitas serapan gugus hidroksil (ikatan hidrogen) semakin menurun setelah diaktivasi. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah ikatan hidrogen yang mengindikasikan beberapa logam yang terkandung dalam kulit pisang kepok yang terikat pada gugus hidroksil berhasil dilepas dan dipisahkan.



Gambar 1. Struktur kimia dari (a) selulosa dan (b) hemiselulosa (Park *et al.*, 2008)



Gambar 2. Spektra IR kulit pisang (a) sebelum dan (b) sesudah diaktivasi dengan asam nitrat

Kinetika Adsorpsi

Tabel 1. Hasil analisis model kinetika adsorpsi logam timbal pada kulit jengkol

Model kinetika	Persamaan Linear	Konstanta Laju Adsorpsi, <i>k</i> (menit ⁻¹)	Linearitas
Santosa	$y = 0.0086x + 0.0268$	0.0131	$R^2 = 0.5425$
Langmuir-Hinshelwood	$y = 0.002x + 0.0809$	0.0797	$R^2 = 0.5264$
Ho	$y = 0.8421x + 1.5095$	0.0624	$R^2 = 0.9972$

Kinetika adsorpsi dipelajari dengan cara menginteraksikan larutan timbal(II) dengan kulit pisang kepok teraktivasi. Pola adsorpsi ion logam pada kulit pisang kepok dipengaruhi oleh waktu dan dapat dilihat pada Gambar 3. Daya adsorpsi diketahui terus meningkat sampai menit ke 5. Setelah adsorpsi selama 45 menit diperoleh jumlah maksimal logam timbal(II) yang terserap yaitu sebesar 41.779%. Persentase ion timbal(II) yang terserap oleh adsorben dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$\% \text{ terserap} = \frac{C_e - C_o}{C_o} \times 100\%$$

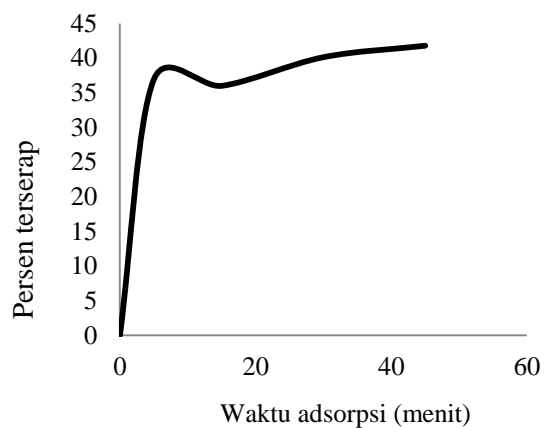
dengan:

Ce = Konsentrasi logam setelah proses adsorpsi (ppm)

Co = Konsentrasi logam sebelum proses adsorpsi (ppm)

Kesetimbangan adsorpsi diperoleh setelah adsorpsi 15 menit yang ditandai dengan grafik yang cenderung landai. Model kinetika adsorpsi dipelajari dari pola adsorpsi terhadap waktu. Dari data yang diperoleh pada Gambar 3, dilakukan kajian kinetika adsorpsi yang mengacu pada beberapa model kinetika yaitu adsorpsi Santosa, Langmuir-Hinshelwood, dan Ho. Model kinetika Santosa didasarkan pada konsentrasi adsorbat dalam larutan dengan asumsi bahwa adsorpsi tersebut merupakan adsorpsi orde satu yang mencapai kesetimbangan. Model kinetika Ho didasarkan pada konsentrasi adsorbat pada adsorben. Model kinetika Ho disebut dengan pseudo orde dua (Utomo *et al.*, 2009).

Berdasarkan Tabel 1, maka dapat diketahui bahwa adsorpsi logam timbal(II) pada kulit pisang kepok teraktivasi mengikuti model kinetika pseudo dua Ho. Hal ini dikarenakan pada model kinetika Ho menghasilkan linearitas yang paling tinggi dengan nilai R^2 sebesar 0.9972 dengan konstanta laju adsorpsi (*k*) adalah 0.0629 menit⁻¹.

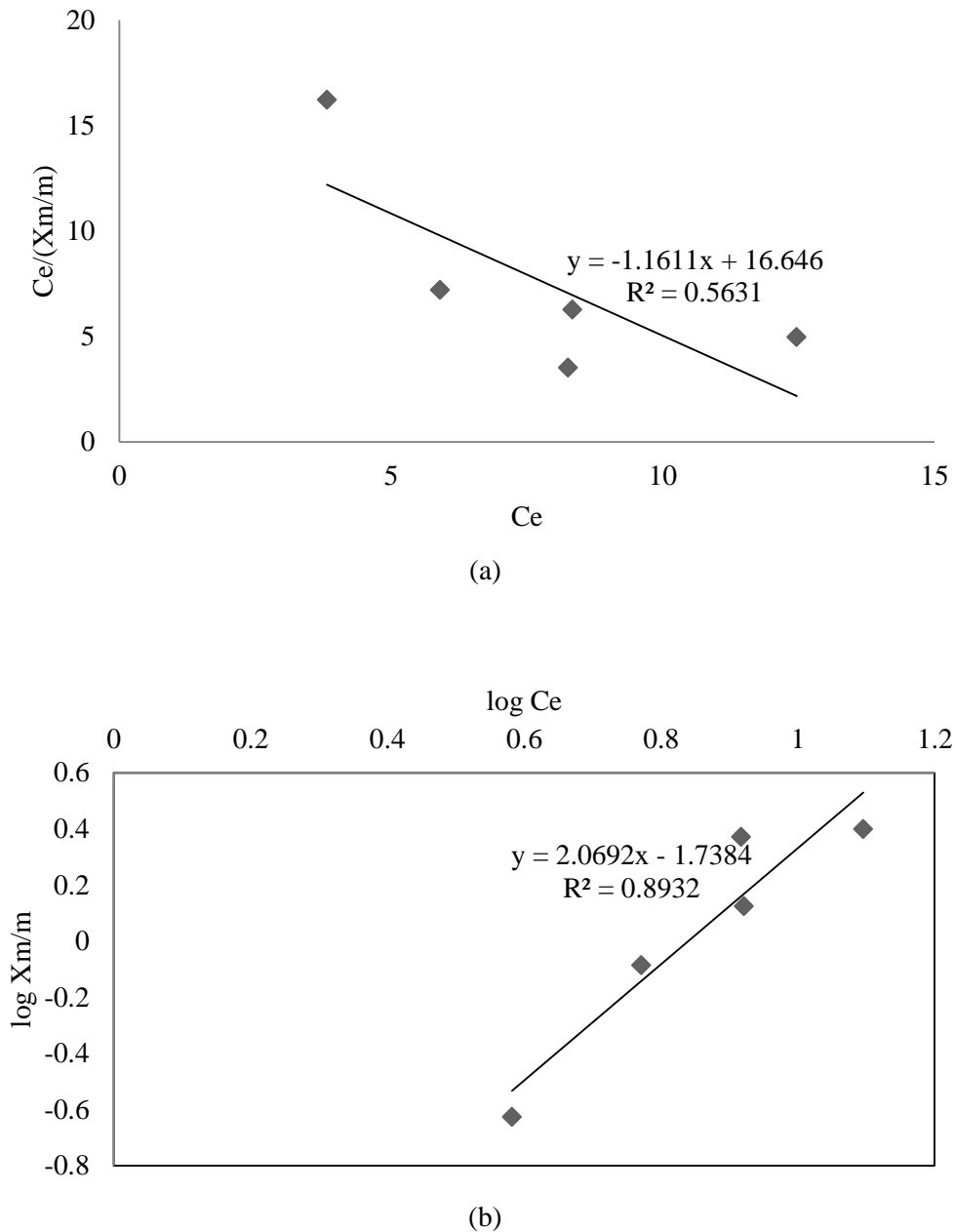


Gambar 3. Pola adsorpsi ion timbal(II) pada kulit pisang kepok teraktivasi terhadap waktu.

Isoterm Adsorpsi

Hubungan antara jumlah timbal(II) yang teradsorpsi pada kulit pisang kepok dengan konsentrasi timbal(II) dalam fase cair pada temperatur tertentu disebut dengan isoterm adsorpsi. Dari analisis yang diperoleh, maka dapat disajikan kurva hubungan antara C_e (konsentrasi Pb setelah proses adsorpsi sebagai sumbu x) dengan $C_e(Xm/m)$ dimana Xm adalah massa Pb yang terserap dalam satuan mg dan m adalah massa adsorben dalam satuan gram seperti terlihat pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4, maka dapat dilihat bahwa adsorpsi logam timbal(II) oleh kulit pisang kepok teraktivasi mengikuti model isoterm adsorpsi Freundlich dengan nilai $R^2 = 0.8932$. Parameter adsorpsi yang diperoleh antara lain adalah $k = 54.732$ dan $n = 0.4833$. Dengan demikian, adsorben dari kulit pisang kepok mempunyai permukaan yang heterogen dan tiap sisi aktif mempunyai kemampuan adsorpsi yang berbeda. Berdasarkan analisis dan perhitungan menggunakan model isoterm adsorpsi Freundlich diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 54.732 mg/gram.



Gambar 4. Model isotherm adsorpsi Langmuir (a) dan Freundlich (b)

4. SIMPULAN

Adsorpsi logam timbal(II) oleh limbah kulit pisang kepok telah berhasil dilakukan dengan waktu adsorpsi optimum 45 menit. Dalam waktu tersebut kulit pisang kepok mampu menyerap ion timbal(II) sebanyak 41.779%. Kinetika adsorpsi mengikuti model Ho dengan nilai $R^2 = 0.9972$ dan $k = 0.0629$ menit⁻¹. Isotherm adsorpsi mengikuti model adsorpsi Freundlich dengan nilai $R^2 = 0.8932$ dan kapasitas adsorpsi sebesar 54.732 mg/gram.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan secara khusus kepada DRPM Kemenristekdikti yang telah mendanai penelitian ini melalui program hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

Alluri HK, Ronda SR, Sttaluri VS, Singh BJS, Suryanarayan V, Venkateshwar P. 2007. Biosorption: an eco-friendly alternative for heavy metal removal. *Afr. J. Biotechnol.* 6(25): 2924-2931.

- Ashraf MA, Maah MJ, Yusoff I. 2010. Study of banana peel (*Musa sapientum*) as a cationic biosorben. *American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci.* 8(1) : 7-17.
- Isnaini P, Zein R, Munaf E. 2013. Penyerapan ion Cd(II) dan Zn(II) dalam air limbah menggunakan kulit jengkol (*Pithecellobium jiringa Prain*). *J. Kim. Unand.* 2(3): 20-30.
- Park, J, Kim, P, Jang, J, Wang, Z, Hwang, B, Devries, K. 2008. Interfacial evaluation and durability of modified Jute fibers/polypropylene (PP) composites using micromechanical test and acoustic emission. *Compos. Part B Eng.* 39 : 1042-1061.
- Royana I, Kurniawan R, Yulianti E, Mahmudah R. 2016. Pemanfaatan biosorben batang jagung teraktivasi asam nitrat dan asam sulfat untuk penurunan angka peroksida – asam lemak bebas minyak goreng bekas. *ALCHEMY:J. Chem.* 5(1):10-18.
- Safrianti I, Wahyuni N, Zaharah TA. 2012. Adsorpsi timbal (II) oleh selulosa limbah jerami padi teraktivasi asam nitrat: pengaruh pH dan waktu kontak. *JKK.* 1(1): 1-7.
- Sudiarta W. 2009. Biosorpsi ion Cr(III) pada rumput laut (*Euchema spinosum*) teraktivasi asam sulfat. *Jurnal Kimia.* 3(2): 93-100.
- Suryanto H, Marsyahyo E, Irawan YS, Soenoko R. 2014. Morphology, Structure, and Mechanical Properties of Natural Cellulose Fiber from Mendong Grass (*Fimbristylis globulosa*). *J. Nat. Fibers.* 11(4): 333-351.
- Susilawaty A, Amansyah M, Jumiaty. 2015. Peningkatan kualitas air sumur gali berdasarkan parameter besi (Fe) dengan pemanfaatan kulit pisang kepok di dusun Alekanrung desa Kanrung kabupaten Sinjai. *Al-Sihah: Public Health Sci. J.* 7(2): 166-174.
- Thuraidah A, Kartiko JJ, Ariani LF. 2015. Kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca L.*) untuk menurunkan kadar mangan air sumur. *Med. Lab. Technol. J.* 1(1): 19-26.
- Utomo SB, Jumina, Wahyuningsih TD. 2009. The adsorption of Pb(II) and Cr(III) by Polypropylcalix[4]arene polymer. *Indo. J. Chem.* 9(3): 437-444.