

## STUDI OPTIMASI pH DAN MASSA ADSORPSI ION LOGAM Pb(II) DARI SAMPEL AIR MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI KAYU KESAMBI (*Schleccera oleosa*)

Yantus A. B. Neolaka\*

Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Undana Kupang

\*yantusneolakaunc@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH dan massa optimum adsorpsi ion logam Pb(II) menggunakan adsorben karbon aktif dari kayu kesambi (*Schleccera oleosa*) asal Pulau Timor dan penentuan pH dan massa optimum variasi pH yang digunakan 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 sedangkan massa optimum dengan variasi 0,1 g; 0,2 g; 0,4 g; 0,6 g; 0,8 g dan 1 g. Optimasi dilakukan menggunakan sistem *batch*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum adsorpsi terjadi pada pH 5 dengan daya adsorpsi sebesar 0,6229 mg/g, sedangkan massa optimum adsorpsi ion logam Pb(II) sebesar 0,2 gram dengan daya adsorpsi sebesar 0,837 mg/g.

**Kata Kunci:** karbon aktif, adsorpsi, ion logam Pb(II), pH optimum, massa optimum

### ABSTRACT

This study aims to determine the optimum pH and mass of adsorption of Pb(II) metal ion using activated carbon adsorbent from kesambi wood (*Schleccera oleosa*) from Timor Island and to determine the optimum pH and mass of pH variations used 3, 4, 5, 6, 7 and 8 while the optimum mass is with a variation of 0.1 g; 0.2 g; 0.4 g; 0.6 g; 0.8 g and 1 g. Optimization is carried out using a batch system. The results showed that the optimum pH of adsorption occurred at pH 5 with an adsorption power of 0.6229 mg/g, while the optimum mass of Pb(II) metal ion adsorption was 0.2 grams with an adsorption power of 0.837 mg/g.

**Key words:** *activated carbon, adsorption, Pb(II) metal ions, optimum pH, optimum mass*

### PENDAHULUAN

Logam timbal merupakan suatu unsur kimia yang terletak pada golongan IVA dengan nomor atom 82 dengan lambang Pb dengan bilangan oksidasi +2 dan jarang teroksidasi hingga +4. Logam timbal memiliki sifat lunak dan mudah di tempa serta memiliki titik leleh yang rendah, logam timbal bersifat amfoter dan unsur timbal mudah bereaksi dengan asam maupun basa. Timbal dapat diperoleh melalui tambang, biji timbal yang paling utama sering mengandung perak sehingga banyak ditambang dan digunakan di Romawi kuno, Timbal merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Kadar maksimum timbal pada perairan yang dianjurkan WHO adalah kurang dari 0,01 mg/L [1]), sedangkan kadar maksimum timbal dalam air minum menurut SNI 01-3553-2006 adalah 0,005 mg/L. Logam berat Pb merupakan logam berat non esensial yaitu logam yang keberadaannya dalam tubuh belum diketahui manfaatnya dan bersifat racun [2]. Kelebihan timbal dalam tubuh akan menyebabkan keracunan kronis yang efeknya berupa kerusakan otak, kejang-kejang bahkan kematian [3]. Oleh karena banyaknya pengaruh negatif dari logam timbal maka keberadaan logam timbal berlebih dalam air perlu dihilangkan

Penanganan limbah Pb(II) dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu cara kimia, fisika dan biologi atau kombinasi ketiga metode tersebut. Metode-metode yang telah dikembangkan untuk mereduksi logam berat antara lain: reduksi flokulasi, membran filtrasi, presipitasi, elektrokimia, filtrasi, dan *reverse* osmosis. Sebagian besar dari metode ini membutuhkan biaya operasional dan pemeliharaan yang tinggi, serta menghasilkan lumpur beracun [4]. Karena mahal maka metode-metode ini tidak cocok untuk industri skala kecil dan terutama di negara-negara berkembang. Salah satu metode yang sederhana dalam penyisihan logam berat adalah metode adsorpsi. Telah banyak penelitian sebelumnya menggunakan teknik adsorpsi dalam penurunan kadar timbal salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Nafi'ah (2016) tentang kinetika adsorpsi Pb(II) dengan adsorben arang aktif dari sabuk siwalan di peroh kapasitas adsorpsi sebesar 0,083 mg/g pada waktu kontak optimum pada menit ke-30 [5]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Anjani dan Koestiari (2014) tentang penentuan massa dan waktu kontak optimum adsorpsi karbon granular sebagai adsorben logam berat Pb(II) dengan pesaing ion Na<sup>+</sup> diperoleh massa karbon aktif granular optimum pada 2 g dengan %Pb(II) teradsorpsi 86,059% [6].

Karbon aktif merupakan adsorben yang mempunyai struktur yang homogen dan memiliki luas permukaan yang sangat besar sehingga baik untuk proses penjerapan [7]. Karbon aktif dapat dibuat dengan berbagai macam bahan-bahan di alam seperti tempurung kelapa, batang pohon pisang, batu bara, dan kayu kesambi. Di lihat dari sumber-sumber karbon aktif dan potensi yang ada di pulau Timor, maka kayu kesambi dapat dijadikan salah satu alternatif untuk dijadikan adsorben berbasis karbon aktif. Kayu

kesambi biasanya digunakan sebagai bahan pembuatan arang dalam berbagai industri. Hal ini dikarenakan kayu kesambi memiliki struktur yang keras dan padat sehingga arang yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan arang lainnya yang mudah menjadi abu dengan pemanasan berlebih. Sebelumnya telah kami laporkan hasil penelitian mengenai adsorpsi Pb(II) menggunakan graphene oxide-magnetic (GO-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) yang juga berbahan dasar kayu kesambi asal Pulau Timor[8]. Dalam tulisan ini akan dilaporkan mengenai optimasi pH dan massa adsorben karbon aktif yang langsung dipreparasi dari kayu kesambi menggunakan metode asam untuk mengadsorpsi Pb(II) dari sampel air.

## METODE

### Preparasi arang kayu kesambi

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah kayu kesambi asal Pulau Timor, pengambilan sampel kayu kesambi dilakukan langsung di perkebunan warga Kabupaten Kupang. Kayu kesambi yang sudah tua di potong kecil-kecil kurang lebih 4cm dan di keringkan selama 7 hari. Kayu kesambi kemudian dicuci dengan aquades kemudian dioven selama 5 jam. Kayu kesambi yang telah di oven kemudian di potong kecil-kecil, dimasukkan ke dalam botol dan di pirolisis pada suhu 400 °C selama 1 jam. Kemudian arang didinginkan, setelah dingin, arang di kumpulkan dan dihaluskan, kemudian diayak dengan lolos ayakan 100 mesh. Dan arang kemudian di simpan dalam toples.

### Aktivasi arang kayu kesambi

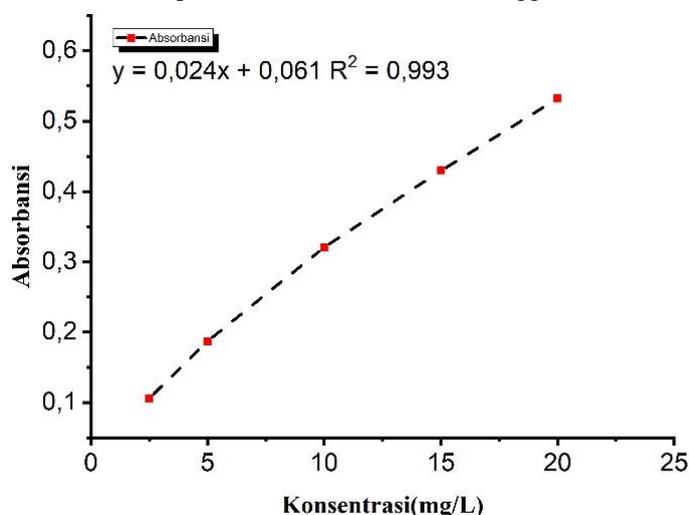
Arang yang telah dihaluskan kemudian di aktifkan secara kimia yaitu direndam dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 10% selama 24 jam kemudian ditiriskan. Kemudian dicuci dengan aquades sampai pH netral (diukur menggunakan pH meter). Setelah dicuci, arang dikeringkan dalam oven dengan suhu 100 °C selama 1jam. Dinginkan arang aktif kemudian disimpan di dalam toples.

### Pembuatan Larutan Induk, Baku dan Kerja Pb(II)

Pembuatan larutan induk timbal dibuat dengan cara menimbang 1 g Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O masukan ke dalam labu ukur 1000 mL. tambahkan campuran 1 mL HNO<sub>3</sub> pekat hingga larut. Tambahkan aqua deminerasasi sampai tanda kemudian homogenkan campuran tersebut. Pembuatan larutan baku timbal 100 mg/L dibuat dengan cara memipet 10 mL larutan induk timbal 1000 mg/L kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian tambahkan aqua demineralisasi sampai tanda. Pembuatan larutan kerja Pb(II) 10 mg/L dibuat dengan cara memipet 10 mL larutan baku Pb(II) 100 mg/L ke dalam 100 mL dan tambahkan aqua deminerasasi sampai tanda.

### Pembuatan Kurva Standar untuk analisis Timbal (II) dengan SSA

Penentuan pH dan massa adsorpsi logam Pb(II) dengan menggunakan adsorben karbon aktif diawali dengan pembuatan larutan induk Pb(II) 1000 mg/L, dilarutkan sebanyak 1 g padatan Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O dengan aqua deminerasasi. Kemudian ditambahkan HNO<sub>3</sub> yang bertujuan untuk melarutkan kristal Pb yang belum larut sempurna lalu diencerkan dengan aqua deminerasasi hingga tanda batas. Tahap selanjutnya, pembuatan kurva kalibrasi untuk didapatkan hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi serta persamaan regresi linear yang dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi sisa adsorpsi logam Pb(II) Larutan standar dibuat seri larutan dengan variasi konsentrasi dari 2,5 mg/L, 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L dan 20 mg/L yang kemudian masing-masing seri larutan tersebut dianalisis dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Tahap berikut adalah penentuan pH dan massa optimum adsorpsi logam Pb(II) dengan menggunakan adsorben karbon aktif dari kayu kesambi. Gambar 1 merupakan kurva standar Pb(II) menggunakan SSA



Gambar 1. Kurva kalibrasi larutan Pb(II)

### Penentuan pH Optimum

Sebanyak 0,5 g karbon aktif diinteraksikan dengan masing-masing 25 mL larutan Pb(II) yang mempunyai variasi pH 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 dengan waktu 30 menit dan diaduk dengan pengaduk magnetik pada suhu kamar. Setelahnya, larutan dibiarkan selama 5 menit kemudian di saring dengan menggunakan kertas saring dan larutan kemudian diukur menggunakan SSA.

### Penentuan massa adsorben optimum

Sebanyak 25 mL larutan Pb(II) 10 mg/L pada pH optimum dimasukkan ke dalam 6 gelas beker yang berbeda, selanjutnya ke dalam gelas beker 1-6 ditambahkan masing-masing 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 g karbon aktif. Adsorpsi dilakukan selama 30 menit dan diaduk dengan pengaduk magnetik dan dilakukan pada suhu kamar. Selesai adsorpsi larutan dibiarkan selama 5 menit kemudian di saring dengan menggunakan kertas saring dan filtrat yang diperoleh dianalisis menggunakan SSA.

### Kapasitas adsorpsi

Kapasitas adsorpsi karbon aktif atau jumlah Pb(II) yang diadsorpsi karbon aktif dari kayu kesambi asal pulau Timor dalam mg/g dihitung dengan persamaan berikut [9,10]:

$$\text{Kapasitas ads} = \frac{C_{ads}-C_o}{C_o} \times \frac{V}{M}$$

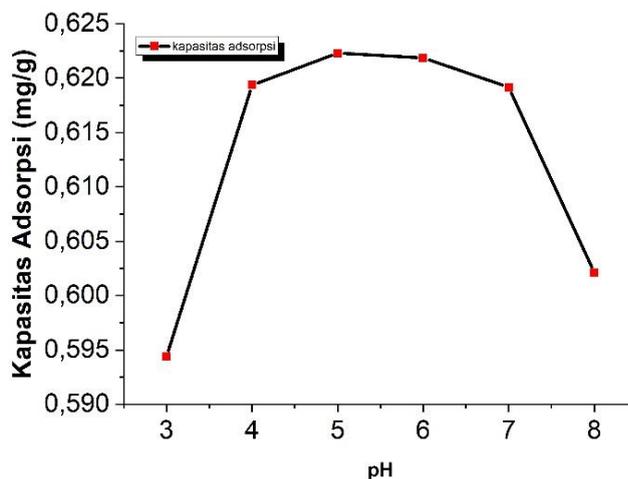
Dimana,  $C_{ads}$  adalah konsentrasi awal Pb(II) (mg/L),  $C_o$  adalah konsentrasi Pb(II) (mg/L) yang tertinggal dalam larutan sampel setelah proses adsorpsi,  $V$  adalah volume sampel dan  $M$  adalah massa adsorben.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### pH optimum

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah derajat keasaman larutan (pH) di mana nilai pH yang terlalu rendah atau tinggi akan membuat adsorben tidak bekerja optimum [11], sehingga tujuan dari penentuan pH ini adalah untuk mendapatkan harga pH di mana adsorben secara optimum dapat mengadsorpsi logam Pb(II). Pada penentuan pH optimum 25 mL larutan Pb(II) dengan konsentrasi 10 mg/L yang diinteraksikan dengan 0,5 g adsorben karbon aktif. Variasi pH yang digunakan adalah 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Pemilihan pH ini didasarkan atas prinsip di mana proses adsorpsi akan terjadi pada pH asam hingga sedikit netral karena hidrolisis ion logam dapat bersaing dengan proses pembentukan kompleks [12].

Pada penelitian ini adsorpsi dilakukan pada pH 3-8 untuk mengetahui pH optimum yang terjadi pada adsorpsi Pb(II) pada adsorben karbon aktif dari kayu kesambi asal pulau Timor dan dari data yg diperoleh dapat digambarkan kurva hubungan antara pH dengan kapasitas adsorpsi dalam Gambar 2 berikut ini:



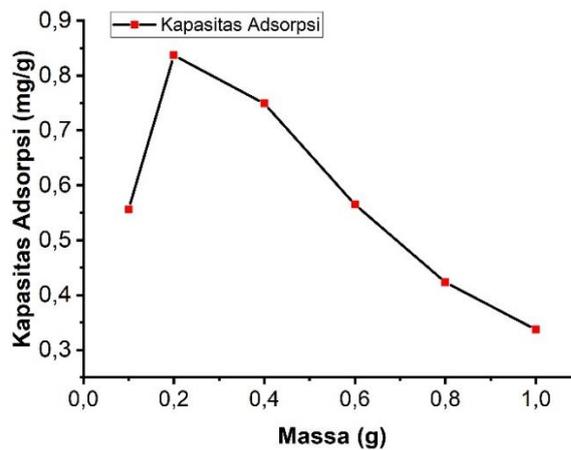
Gambar 2. Kurva hubungan antara pH Vs daya adsorpsi

Berdasarkan kurva pada Gambar 2 terlihat bahwa terjadi peningkatan jumlah Pb(II) yang teradsorpsi pada pH 3 ke pH 5, hal tersebut dikarenakan jumlah ion  $H^+$  cenderung menurun sehingga peluang terjadinya reaksi pengikatan logam semakin besar oleh adsorben yang bermuatan negatif karena keberadaan  $H^+$  dalam larutan dapat menyebabkan terjadinya kompetisi dengan ion logam Pb(II) yang bermuatan positif (kation) untuk berikatan dengan pasangan elektron bebas pada adsorben karbon aktif [13]. Akibatnya pada kondisi asam (pH 3) gugus amina ( $-NH_2$ ) pada adsorben karbon aktif mengalami protonasi menjadi  $NH_3^+$  yang dapat menyebabkan terjadinya tolakan elektrostatis dengan ion logam Pb(II) [14](Sephanai, dkk., 2016). Pada pH 5 jumlah ion yang teradsorpsi adalah yang tertinggi dengan besarnya jumlah zat teradsorpsi ialah 0,6229 mg/g. Hal ini

terjadi karena pada larutan yang tidak terlalu asam di mana jumlah  $H^+$  telah menurun mengakibatkan ion  $H^+$  yang tidak berikatan dengan  $OH^-$  semakin kecil. Hal ini mengakibatkan ion  $-NH_2$  pada adsorben mempunyai peluang lebih besar untuk berikatan dengan ion logam membentuk kompleks. Pada data diatas pada pH 6 jumlah ion yang teradsorpsi semakin kecil. Hal ini disebabkan karna kondisi pH yang semakin tinggi dapat menyebabkan reaksi antara  $Pb^{2+}$  dengan  $OH^-$  sehingga membentuk endapan  $Pb(OH)_2$  sehingga penyerapan cenderung berkurang. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Nafi'ah (2016) bahwa pH optimum kinetika adsorpsi  $Pb(II)$  dengan adsorben arang aktif dari sabut siwalan yaitu pada pH 5 [5].

### Massa optimum

Penentuan massa optimum adsorben karbon aktif dari kayu kesambi asal pulau Timor untuk proses adsorpsi logam  $Pb(II)$  dilakukan dengan cara menginteraksikan 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1 g adsorben dengan larutan kerja  $Pb(II)$  10mg/L. pH diatur menjadi pH 5 yakni pH optimum yang telah diperoleh dari optimasi pH. Kemudian campuran diaduk selama 30 menit dan di analisis menggunakan SSA dan diperoleh hasil seperti pada Gambar 3 berikut ini:



**Gambar 3** Kurva hubungan antara Massa Vs kapasitas adsorpsi

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa massa adsorben optimum diperoleh pada penambahan 0,2 g adsorben karbon aktif asal pulau Timor. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak massa yang digunakan maka akan berpengaruh pada hasil proses adsorpsi, karna semakin banyak massa adsorben maka akan membuat larutan menjadi keruh sehingga mempengaruhi kejernihan larutan sehingga mengganggu pengukuran absorbansi [15]. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Suarsa (2016) bahwa massa optimum adsorben  $Pb(II)$  pada adsorpsi ion  $Pb$  yaitu terjadi pada massa adsorben sebesar 0,125 g pada massa 0,05; 0,01; 0,0125; 0,25; 0,5 dan 0,75 g [15].

### KESIMPULAN

pH optimum penyerapan logam  $Pb(II)$  oleh adsorben karbon aktif dari kayu kesambi asal pulau Timor adalah pada pH 5 dengan daya adsorpsi sebesar 0,6229 mg/g. Hal ini sebabkan karena pada pH ini diduga ion  $H^+$  dan  $OH^-$  berada dengan jumlah yang sama banyak dan relatif sedikit sehingga proses penyerapan ion logam  $Pb(II)$  oleh situs aktif adsorben tidak terganggu. Massa optimum terjadi pada penggunaan massa adsorben 0,2 g dengan daya adsorpsi sebesar 0,837 mg/g. Hal ini terjadi karena semakin banyak massa yang digunakan maka akan berpengaruh pada hasil proses adsorpsi, karna semakin banyak massa adsorben maka akan membuat larutan menjadi keruh sehingga mempengaruhi kejernihan larutan sehingga mengganggu pengukuran adsorbansi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan-Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi untuk pemberian Hibah Penelitian Dasar.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Denny, Deteksi pencemaran timah hitam (Pb) dalam darah masyarakat yang terpajan timbal (Plumbum), J. Kesehat. Lingkung. 2 (2006) 57–76.
- [2] G. Sheng, S. Wang, J. Hu, Y. Lu, J. Li, Y. Dong, X. Wang, Adsorption of  $Pb(II)$  on diatomite as affected via aqueous solution chemistry and temperature, Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp. 339 (2009) 159–166.
- [3] L.N. Junita, Profil Penyebaran Logam Berat di Sekitar TPA Pakusari Jember, 2013.
- [4] M. Jain, V.K. Garg, K. Kadirvelu, Adsorption of hexavalent chromium from aqueous medium onto carbonaceous adsorbents prepared from waste biomass, J. Environ. Manage. 91 (2010) 949–957. doi:10.1016/j.jenvman.2009.12.002.

- [5] R. Nafiah, Kinetika Adsorpsi Pb(II) dengan Adsorben Arang Aktif dari Sabut Siwalan, *J. Farm. Sains Dan Prakt.* 1 (2016) 28–35.
- [6] R. Putri Anjani, Penentuan Massa dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbongranular Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II) Dengan Pesaing  $\text{Na}^+$  Determination of Optimum Mass and The Time Contact of The Granular Activated Carbon Adsorption Used For Adsorbent to Removal Heavy Metal, *UNESA J. Chem.* 3 (2014).
- [7] A.M. Aljeboree, A.N. Alshirifi, A.F. Alkaim, Kinetics and equilibrium study for the adsorption of textile dyes on coconut shell activated carbon, *Arab. J. Chem.* 10 (2017) S3381–S3393. doi:10.1016/j.arabjc.2014.01.020.
- [8] Y.A.B. Neolaka, Y. Lawa, J.N. Naat, Y.K. Nubatonis, A.A. Pau, Study of Thermodynamic Adsorption of Pb(II) Using GO-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetic Adsorbents Synthesized from Kusambi Wood (*Schleichera oleosa*), *Journals Saintek Lahan Kering.* 2 (2019) 49–51. doi:https://doi.org/10.32938/slk.v2i2.858.
- [9] Y.A.B. Neolaka, Y. Lawa, J.N. Naat, A.A.P. Riwu, M. Iqbal, H. Darmokoesoemo, H.S. Kusuma, The adsorption of Cr(VI) from water samples using graphene oxide-magnetic (GO-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) synthesized from natural cellulose-based graphite (kusambi wood or *Schleichera oleosa*): Study of kinetics, isotherms and thermodynamics, *J. Mater. Res. Technol.* 9 (2020) 6544–6556. doi:10.1016/j.jmrt.2020.04.040.
- [10] Y.A.B. Neolaka, G. Supriyanto, H.S. Kusuma, Synthesis and characterization of natural zeolite with ordered ion imprinted polymer structures (IIP@AFINZ) for selective Cr(VI) adsorption from aqueous solution, *Moroccan J. Chem.* 7 (2019) 194–210.
- [11] E. Guibal, C. Milot, O. Eterradosi, C. Gauffier, A. Domard, Study of molybdate ion sorption on chitosan gel beads by different spectrometric analyses, *Int. J. Biol. Macromol.* 24 (1999) 49–59.
- [12] L.H. Rahayu, S. Purnavita, Optimasi pembuatan kitosan dari kitin limbah cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk adsorben ion logam merkuri, *Reaktor.* 11 (2007) 45–49.
- [13] A. Melati, E. Sulistyawati, I. Nugraheni, Adsorpsi Limbah Pb Menggunakan Aplikasi Carbon Nano Tube Terintegrasi dengan Sistem Lahan Basah Bantaran Sungai Gajah Wong, *Sainstek J. Sains Dan Teknol.* 8 (2017) 104–112.
- [14] L. Simatupang, R.S. Dewi, B. Sidabutar, Optimalisasi pH Untuk Meningkatkan Efektifitas dan Selektifitas Adsorben Hibrid Silika Pada Simultan Ion Logam Divalent Zn(II) dan Cd(II) Dengan Metode Ekstraksi Fase Padat, *J. Pendidik. Kim.* 6 (2014) 20–28.
- [15] I.W. Suarsa, Adsorpsi Logam Berat Pb(II), Cr(VI), Zn(II), Cd(II), Cu(II) dan Ni(II) dengan Abu Sekam Padi, *Karya Tulis.* (2016) 31–55.