

## Ca-ALGINAT UNTUK ADSORPSI Fe DAN Mn PADA AIR GAMBUT

## Ca-ALGINATE FOR ADSORPTION OF Fe AND Mn FROM PEAT WATER

Elliska Murni Harfinda\*<sup>1</sup>, Rista Delyani<sup>2</sup>, Rita Kurnia Apindiati<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Nahdatul Ulama Kalimantan Barat, Jalan K.H. Ahmad Dahlan No. 72, Pontianak, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Fakultas Pertanian, Universitas Nahdatul Ulama Kalimantan Barat, Jalan K.H. Ahmad Dahlan No. 72, Pontianak, Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

\*Corresponding Author : elliskamurniharfinda@unukalbar.ac.id

### ABSTRACT

Ca-alginate for the adsorption of Fe and Mn in peat water has been carried out using a batch method. Brownish water color, low pH, and high content of Fe and Mn metals are obstacles in direct utilization of peat water. Peat water treatment can be done by the adsorption method. The stages of this study began with the preparation of the adsorbent by dripping Na-alginate solution into a variety of CaCl<sub>2</sub> solution concentrations. Furthermore, the adsorption of peat water was carried out by batch method with variations in the contact time and mass of the adsorbent to get the adsorbent with the highest % removal. The optimal contact time for Fe and Mn adsorption on peat water is 6 hours. The optimal % removal value for the influence of Fe adsorption contact time for Ca-alginate variations of 0.1 M and 0.2 M CaCl<sub>2</sub> solution were 20.38% and 21.19%, respectively. The optimal % removal value for the influence of Mn adsorption contact time for Ca-alginate variations of 0.1 M and 0.2 M CaCl<sub>2</sub> solution were 30.98% and 41.37%, respectively. The optimal mass of adsorbent for Fe and Mn adsorption in peat water is 0.75 g. The optimal % removal value for the influence of Fe adsorption mass adsorption for Ca-alginate variations of 0.1 M and 0.2 M CaCl<sub>2</sub> solution were 79.28% and 21.67%, respectively. The optimal % removal value for the mass effect of Mn adsorption adsorption for Ca-alginate variation of 0.1 M and 0.2 M CaCl<sub>2</sub> solution respectively at 24.44% and 26.13%. The quality of peat water after adsorption has increased with reduced levels of Fe and Mn and increased pH value.

**Keywords:** Adsorption, Ca-alginate, Heavy metal, Peat water.

### PENDAHULUAN

Kalimantan Barat memiliki lahan gambut terluas di Indonesia sebesar 1,72 juta hektar yang tersebar di Kabupaten Ketapang, Kapuas Hulu, Kubu Raya, dan Landak. Lahan gambut memiliki kelembaban yang tinggi dan bermanfaat sebagai daerah resapan air serta cadangan air. Cadangan air yang terdapat dalam lahan gambut tersebut memiliki potensi sebagai sumber air utama bagi masyarakat. Akan tetapi, tingginya senyawa organik dalam air gambut menyebabkan warna air menjadi kecoklatan. Salah satu senyawa organik tersebut berupa asam humat yang bersifat karsinogen karena terbentuknya produk samping dari proses klorinasi yaitu senyawa trihalometan (THM) [1],[2]. Selain itu, tingginya kandungan logam Fe dan Mn menyebabkan gangguan kesehatan.

Air gambut berpotensi sebagai air bersih tetapi harus diolah terlebih dahulu. Pengolahan air gambut dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti oksidasi, koagulasi, pertukaran ion, dan membran. Penghilangan logam berat dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti osmosis balik, elektrodialisis, ultrafiltrasi, penukaran ion, pengendapan, dan fitoremediasi. Metode-metode tersebut tidak hanya memerlukan biaya yang mahal sehingga sulit untuk diaplikasikan ke industri tetapi juga menghasilkan residu yang beracun serta tidak ramah lingkungan [3]. Adsorpsi merupakan metode yang paling banyak dilakukan karena efisiensinya tinggi, ekonomis, tidak memerlukan pelarut organik, dan dapat digunakan untuk larutan dengan konsentrasi logam yang rendah. Oleh karena itu, metode adsorpsi dipilih untuk pengolahan air gambut karena murah, mudah untuk dilakukan, dan

banyak senyawa organik yang hilang. Adsorben yang telah digunakan untuk adsorpsi pada air gambut di antaranya material komposit [4],[5], nanopartikel [6],[7], zeolit [8],[9], geopolimer [10],[11] dan biomassa [12],[13]. Meskipun metode adsorpsi memiliki beberapa kelemahan seperti adsorben yang jenuh akan menyebabkan pencemaran dan efektivitas adsorpsi bergantung pada pH, hal ini dapat diatasi dengan menggunakan adsorben Ca-alginat.

Ca-alginat merupakan polimer yang tahan terhadap asam kuat dan memiliki sifat penukaran terhadap ion logam berat khususnya ion logam divalen [14],[15],[16]. Kelebihan lain dari Ca-alginat adalah bentuk butirannya yang akan memudahkan dalam proses adsorpsi sehingga sangat dimungkinkan untuk diaplikasikan pada kolom filtrasi. Hal tersebutlah yang mendasari penelitian ini dilakukan dimana karakteristik dari air gambut adalah memiliki pH yang rendah dan kandungan logam Fe dan Mn yang tinggi.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Preparasi Adsorben

5 g Na-alginat dilarutkan ke dalam 250 mL akuades sambal diaduk dengan *magnetic stirrer* hingga homogen untuk menyiapkan larutan Na-alginat 2% (w/v). Larutan Na-alginat 2% diteteskan menggunakan *syringe* ke dalam 250 mL larutan CaCl<sub>2</sub> 0,1 M sambal diaduk dengan *magnetic stirrer* untuk membentuk butiran Ca-alginat. Butiran Ca-alginat yang terbentuk direndam di dalam larutan CaCl<sub>2</sub> 0,1 M selama 24 jam. Kemudian butiran Ca-alginat dicuci beberapa kali dengan akuades hingga pH netral dan dikeringkan pada suhu ruang. Hal yang sama juga dilakukan untuk butiran Ca-alginat dengan variasi konsentrasi larutan CaCl<sub>2</sub> 0,2 M.

### Adsorpsi Fe dan Mn pada Air Gambut

Proses adsorpsi Fe dan Mn pada air gambut dilakukan dengan metode *batch*. Sampel air gambut berasal dari Desa Sungai Raya Dalam, Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Sampel air gambut dikarakterisasi terlebih dahulu sebelum digunakan dalam proses adsorpsi. Parameter yang dikarakterisasi yaitu pH, logam Fe, dan logam Mn. Adsorpsi dilakukan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 200 rpm dalam 100 mL air gambut pada suhu ruang. Kondisi optimal adsorpsi yang dilakukan meliputi parameter waktu kontak dan massa adsorben. Variasi parameter waktu kontak dilakukan dengan rentang 1 hingga 6 jam. Sedangkan variasi parameter massa adsorben dilakukan dengan rentang 0,05 hingga 0,75 gram.

Setelah adsorpsi mencapai kesetimbangan, filtrat diukur untuk menentukan pH, konsentrasi logam Fe dan Mn. Pengukuran pH dilakukan dengan metode elektrometri. Pengukuran konsentrasi logam Fe dan Mn dilakukan dengan metode ICP-OES. Semua perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

Efisiensi penghilangan (% *removal*) oleh adsorben ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\%removal = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100\% \quad (1)$$

dimana C<sub>i</sub> adalah konsentrasi awal logam (mg/L) dan C<sub>f</sub> adalah konsentrasi akhir logam (mg/L).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Air Gambut

Sampel air gambut yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Sungai Raya Dalam, Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. Sampel air gambut dikarakterisasi terlebih dahulu sebelum digunakan dalam proses adsorpsi. Parameter yang dikarakterisasi yaitu pH, logam Fe, dan logam Mn. Hasil karakterisasi air gambut sebelum adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil karakterisasi air gambut sebelum adsorpsi

Parameter	Hasil Karakterisasi
pH	5,6
Fe	2,045 mg/L
Mn	0,054 mg/L

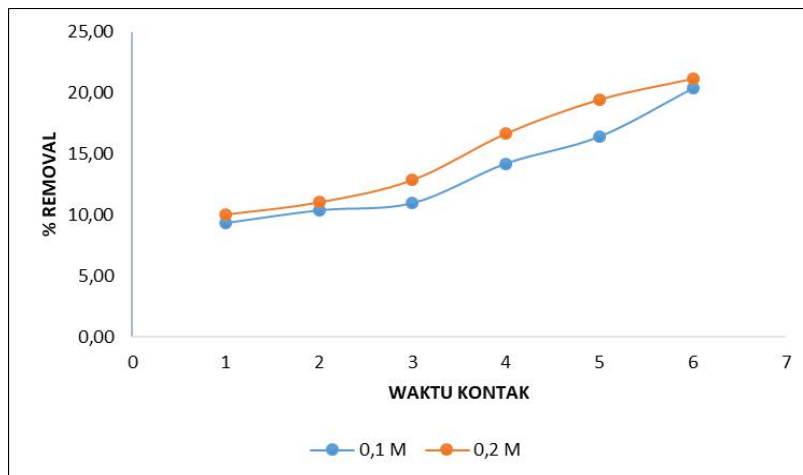
Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pH air gambut termasuk ke dalam pH asam yang merupakan sifat khas dari air gambut. pH, kadar logam Fe dan Mn yang diperbolehkan untuk air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 untuk Persyaratan Kualitas Air Bersih berturut-turut adalah 6,5-9,0, 1,0 mg/L dan 0,5 mg/L. Oleh karena itu, sampel air gambut ini belum memenuhi kualitas air bersih.

### Pengaruh Waktu Kontak

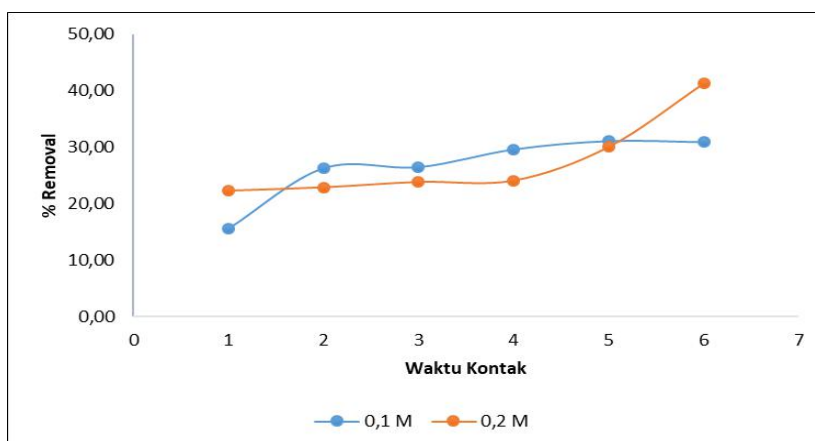
Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Fe dan Mn pada berbagai variasi konsentrasi larutan CaCl<sub>2</sub> dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 1 dan Gambar 2. Semakin lama waktu kontak untuk adsorpsi maka % *removal* semakin meningkat. Akan

tetapi, adsorpsi yang terjadi belum mencapai kesetimbangan bahkan pada 6 jam baik untuk variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M maupun 0,2 M. Hal ini menunjukkan bahwa pertukaran kation antara Ca pada Ca-alginat baik dengan Fe maupun Mn pada air gambut belum optimal. Nilai % *removal* pada jam

ke-6 untuk adsorpsi Fe sebesar 20,38% dan 21,19% berturut-turut untuk variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M dan 0,2 M. Sedangkan nilai % *removal* pada jam ke-6 untuk adsorpsi Mn sebesar 30,98% dan 41,37% berturut-turut untuk variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M dan 0,2 M.



Gambar 1. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Fe pada air gambut ( $m=0,05$  g)

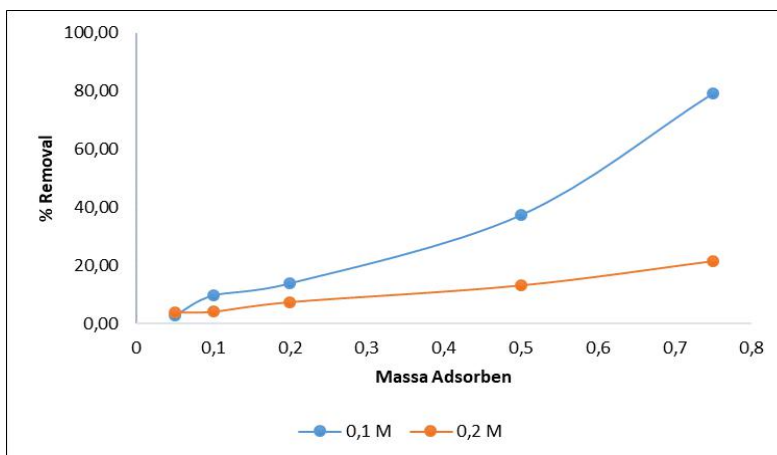


Gambar 2. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Mn pada air gambut ( $m=0,05$  g)

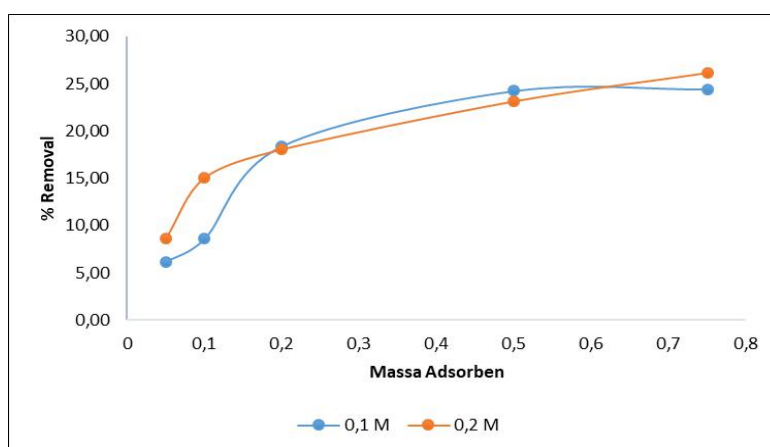
### Pengaruh Massa Adsorben

Pengaruh massa adsorben terhadap adsorpsi Fe dan Mn pada berbagai variasi konsentrasi larutan  $\text{CaCl}_2$  dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Semakin besar massa adsorben yang digunakan untuk adsorpsi maka % *removal* semakin meningkat. Hal ini terjadi karena sisi pertukaran kation semakin banyak seiring dengan bertambahnya massa adsorben. Nilai % *removal* mengalami peningkatan yang signifikan pada 0,75 g untuk adsorpsi Fe

dengan nilai sebesar 79,28% dan 21,67% berturut-turut untuk variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M dan 0,2 M. Sedangkan nilai % *removal* pada 0,75 g untuk adsorpsi Mn sebesar 24,44% dan 26,13% berturut-turut untuk variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M dan 0,2 M. Hingga massa adsorben sebesar 0,75 g belum mencapai kesetimbangan yang menunjukkan bahwa sisi pertukaran kation pada Ca-alginat belum mengalami kejenuhan.



**Gambar 3.** Pengaruh massa adsorben terhadap adsorpsi Fe pada air gambut (t=3 jam)



**Gambar 4.** Pengaruh massa adsorben terhadap adsorpsi Mn pada air gambut (t=3 jam)

### Adsorpsi Fe dan Mn pada Air Gambut

Variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  pada preparasi adsorben Ca-alginat tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap % *removal* adsorpsi Fe dan Mn untuk pengaruh waktu kontak. Akan tetapi, % *removal* adsorpsi Fe untuk pengaruh massa adsorben memiliki perbedaan yang signifikan dimana adsorben variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,2 M. Sedangkan % *removal* adsorpsi Mn untuk pengaruh massa

adsorben memiliki kecenderungan yang sama seperti pada pengaruh waktu kontak. Oleh karena itu, variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  untuk pembuatan adsorben Ca-alginat tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata.

Hasil karakterisasi air gambut setelah adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil adsorpsi air gambut maka dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kualitas air gambut yang dapat dilihat pada berkurangnya kadar Fe dan Mn sesudah adsorpsi serta meningkatnya nilai pH.

**Tabel 2.** Hasil karakterisasi air gambut sebelum dan sesudah adsorpsi

Parameter	Hasil Karakterisasi		Permenkes RI Tahun 2019
	Sebelum Adsorpsi	Sesudah Adsorpsi	
pH	5,6	6,2	6,5-9,0
Fe	2,045 mg/L	0,424 mg/L	1,0 mg/L
Mn	0,054 ppm	0,039 mg/L	0,5 mg/L

## KESIMPULAN

Adsorben Ca-alginat berhasil dipreparasi dari Na-alginat dan larutan  $\text{CaCl}_2$ . Adsorben Ca-alginat dapat meningkatkan kualitas air gambut. Waktu kontak optimal untuk adsorpsi Fe dan Mn pada air gambut adalah 6 jam. Nilai % *removal* optimal untuk pengaruh waktu kontak adsorpsi Fe untuk Ca-alginat variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M dan 0,2 M berturut-turut sebesar 20,38% dan 21,19%. Nilai % *removal* optimal untuk pengaruh waktu kontak adsorpsi Mn untuk Ca-alginat variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M dan 0,2 M berturut-turut sebesar 30,98% dan 41,37%. Massa adsorben optimal untuk adsorpsi Fe dan Mn pada air gambut adalah 0,75 g. Nilai % *removal* optimal untuk pengaruh massa adsorben adsorpsi Fe untuk Ca-alginat variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M dan 0,2 M berturut-turut sebesar 79,28% dan 21,67%. Nilai % *removal* optimal untuk pengaruh massa adsorben adsorpsi Mn untuk Ca-alginat variasi larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M dan 0,2 M berturut-turut sebesar 24,44% dan 26,13%. Kualitas air gambut sesudah adsorpsi mengalami peningkatan dengan berkurangnya kadar Fe dan Mn serta meningkatnya nilai pH.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Nahdatul Ulama Kalimantan Barat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zulfikar, M.A., Novita, E., Hertadi, R., & Djajanti, S.D. (2013). Removal of humic acid from peat water using untreated powdered eggshell as a low cost adsorbent. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 10, 1357-1366.
- [2] Syafrianda, I., Yenie, E., & Daud, S. (2017). Pengaruh Waktu Kontak dan Laju Pengadukan Terhadap Adsorpsi Zat Warna Pada Air Gambut Menggunakan Adsorben Limbah *Biosolid Land Application* Industri Minyak Kelapa Sawit. *Jom FTEKNIK*, 4(2).
- [3] Bhatnagar, A., & Sillanpaa, M. (2017). Removal of natural organic matter (NOM) and its constituents from water by adsorption – A Review. *Chemosphere*, 166, 497-510.
- [4] Zulfikar, M.A., Setiyanto, H., Wahyuningrum, D., & Mukti, R.R. (2014). Peat Water Treatment using Chitosan-Silica Composite as an Adsorbent. *Int. J. Environ. Res.*, 8(3), 687-710.
- [5] Wang, Y., Liang, S., Chen, B., Guo, F., Yu, S., & Tang, Y. (2013). Synergistic Removal of Pb(II), Cd(II) and Humic Acid by  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ @Mesoporous Silica-Graphene Oxide Composites. *PloS ONE*, 8(6), doi:10.1371/journal.pone.0065634
- [6] Zulfikar, M.A., Suri, F.I., Rusnadi, Setiyanto, H., Mufti, N., Ledyastuti, M., & Wahyuningrum, D. (2016).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles prepared by co-precipitation method using local sands as a raw material and their application for humic acid removal. *International Journal of Environmental Studies*, 73(1), 79-94.
- [7] Rasuli, L., & Mahvi, A.H. (2016). Removal of Humic Acid from Aqueous Solution Using MgO Nanoparticles. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 38(1), 21-27.
- [8] Vosoughi, M., Mahvi, A.H., Alimohammadi, M., Nasser, S., & Nabizadeh, R. (2013). Removal of Humic Acid by Cetylpyridinium Bromide Modified Zeolite from Aqueous Solution. *Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Conference of Environmental Science and Technology*, Athens, Greece.
- [9] Lin, K.Y.A., & Chang, H.A. (2015). Efficient Adsorptive Removal of Humic Acid from Water Using Zeolitic Imidazole Framework-8 (ZIF-8). *Water Air Soil Pollut.*, 226(10), doi:10.1007/s11270-014-2280-7.
- [10] Anggriawan, A., Saputra, E., & Olivia, M. (2015). Penyisihan Kadar Logam Fe dan Mn pada Air Gambut dengan Pemanfaatan Geopolimer dari Kaolin sebagai Adsorben. *Jom FTEKNIK*, 2(1).
- [11] Agusti, I.D., Saputra, E., & Darmayanti, L. (2015). Pemanfaatan Geopolimer dari Kaolin sebagai Adsorben untuk Mengolah Air Gambut. *JOM FMIPA*, 2(1).
- [12] Yoseva, P.L., Muchtar, A., & Sophia, H. (2015). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu sebagai Adsorben untuk Peningkatan Kualitas Air Gambut. *JOM FMIPA*, 2(1).
- [13] Suziyana, Daud, S., & Edward, H.S. (2017). Pengaruh Massa Adsorben Batang Pisang dan Waktu Kontak Adsorpsi terhadap efisiensi Penyisihan Fe dan Kapasitas Adsorpsi pada Pengolahan Air Gambut. *Jom FTEKNIK*, 4(1).
- [14] Harfinda, E.M. (2014). Enkapsulasi Biomassa Bambu pada Ca-Alginat untuk Adsorpsi Ion Cd(II). Tesis.
- [15] Wang, S., Vincent, T., Faur, C., & Guibal, E. (2016). Alginate and Algal-Based Beads for The Sorption of Metal Cations: Cu(II) and

- Pb(II). *Int. J. Mol. Sci.*, 17(1453), doi: 10.3390/ijms17091453.
- [16] Wuyep, P.A., Chuma, A.G., Awodi, S., & Nok, A.J. (2007). Biosorption of Cr, Mn, Fe, Ni, Cu and Pb Metals from Petroleum Refinery Effluent by Calcium Alginate Immobilized Mycelia of *Polyporus aquamosus*. *Sci. Res. Essays.*, 2(7), 217-221.