



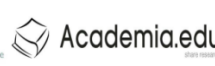
KARAKTERISASI ISOTERM ADSORPSI DARI ION LOGAM BESI (Fe) PADA TANAH DI KOTA BENGKULU

Hesti Apriyanti^{*1}, I Nyoman Candra², Elvinawati³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Kimia JPMIPA FKIP

Universitas Bengkulu

E-mail : hestiapriyanti09@gmail.com



Abstract

[CHARACTERIZATION OF THE ADSORPTION FROM IRON METAL IONS ISOTHERM ON THE SOIL IN BENGKULU CITY] Level of micronutrient elements Fe takes part in determining the fertility rate of agricultural land. Continuous oxidation of Fe the soil will cause soil poisoning, due to the soil saturated in absorb of Fe. This research aims to determine the characteristics of the soil, adsorption and its ability in absorption isotherm on Fe metal. Soil samples were taken from the farm in the city of Bengkulu. The characteristics of the soil tested, i.e., water content, pH, and soil type. Adsorption isotherm type is a determination as Langmuir or Freundlich isotherm. Soil sample after it is dried and cleaned and then milled and sieved at 100 mesh sieve. Moisture content is measured by dried in an oven for 24 hours and the measurement of the difference between the initial and the final weight of the soil. Determination of soil pH is measured by the pH meter on the CaCl_2 , and soil type is determined by calculating the percentage of sand, silt, and clay from the soil. Maximum adsorption capacity is determined from Fe adsorption isotherm after getting the pH, the weight of adsorbent and optimum contact time. Adsorption Isotherm was determined by adsorption of aqueous Fe variation at the concentration of 2.5; 5; 10; 15; 20; and 25 ppm on optimum pH and weight, and stirred at an optimum contact time, then filtered and measured its absorbance with UV-Vis spectrophotometer. Results of research results in the form of moisture content average 23.5%, soil pH value at 5 and soil type, i.e., dusty clay with the dominant form of Isotherm adsorption is a Freundlich isotherm, and the capacity of soil in adsorbing of iron on this research obtained is amounting to 45.6.

Keywords : Adsorption, Soil, Metal Fe.

Abstrak

Kadar unsur hara mikro Fe turut dalam menentukan tingkat kesuburan tanah pertanian. Oksidasi kontinu Fe tanah akan menyebabkan keracunan tanah, akibat jenuhnya tanah menyerap Fe. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik tanah, isotherm adsorpsi dan kemampuannya dalam menyerap logam Fe. Sampel tanah diambil dari lahan pertanian di kota Bengkulu. Karakteristik tanah yang diuji yaitu kadar air, pH dan jenis tanah. Jenis isotherm yang diuji yaitu isotherm Langmuir dan Freundlich. Tanah sampel setelah dikeringkan dan dibersihkan lalu di gerus dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Kadar air diukur dengan cara pengeringan oven selama 24 jam dan pengukuran selisih berat awal dan berat akhir tanah. Penentuan pH tanah diukur dengan pH meter pada medium CaCl_2 dan jenis tanah ditentukan dengan menghitung % pasir, debu dan liat dari tanah. Kapasitas adsorpsi maksimum ditentukan dari isotherm adsorpsi Fe setelah diperolehnya pH, berat adsorben dan waktu kontak optimum. Isotherm adsorpsi ditentukan dengan adsorpsi terhadap larutan Fe pada variasi konsentrasi 2,5 ; 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; dan 25 ppm pada pH dan berat optimum, serta diaduk selama waktu kontak optimum, lalu disaring dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian memberikan hasil berupa kadar air rata-rata 23,5 %, pH tanah 5 dan jenis tanah yaitu lempung berdebu dengan Isotherm adsorpsi yang dominan berupa isotherm Freundlich serta kemampuan tanah dalam menyerap besi pada penelitian ini diperoleh adalah sebesar 45,6.

Kata kunci : Adsorpsi, Tanah, Isotherm Langmuir, Logam Fe.

PENDAHULUAN

Propinsi Bengkulu memiliki lahan pertanian yang cukup luas, berupa lahan sawahberirigasi, yang bertujuan untuk memberikan tambahan air ke dalam tanah, mem-permudah pengolahan tanah, mengatur suhu tanah dan iklim dari mikroba yang ada pada tanah [1]. Pengarian lahan pertanian terkadang juga

akan membawa serta polutan seperti logam berat yang terlarut dan bersumber dari polutan dan limbah yang dibuang kedalam perairan sehingga akan menyebabkan pencemaran pada tanah pertanian [2]. Keberadaan suatu polutan dalam air dapat bersifat racun bagi berbagai organisme. Air permukaan yang digunakan untuk pengairan lahan, secara alami juga telah mengandung berbagai zat terlarut antara lain

adalah larutan dari logam Zn, Pb, Cd, dan Fe. Logam Fe yang terkandung di dalam tanah dapat mengalami reaksi oksidasi dan reduksi [3]. Unsur Fe di dalam tanah akan dapat masuk ke dalam air irigasi akibat terjadinya reaksi biologis oleh bakteri pada kondisi reduksi atau anaerobik [4] sehingga akan menghasilkan ion Fe terlarut dalam keadaan bervalensi dua (ion ferro) [5]. Pada umumnya logam Fe yang ada di dalam tanah akan diserap oleh akar tanaman dalam bentuk ion feri (Fe^{3+}) dan ion fero (Fe^{2+}), dan terserap dalam bentuk senyawa khelat [6]. Pada suasana anaerob pada tanah sawah yang berair, maka ion Fe^{3+} akan tereduksi menjadi ion Fe^{2+} [7] dan jika reduksi ion Fe^{3+} terjadi secara terus menerus dan secara berlebihan maka ion Fe^{2+} yang terbentuk akan terakumulasi pada tanah dengan jumlah yang melebihi kebutuhan dari tanaman sehingga akan terjadi keracunan pada tanaman [8]. Keberadaan ion Fe^{2+} di dalam tanah dapat masuk ke dalam rantai makanan, dan untuk mencegah keracunan Fe^{2+} pada tanaman, maka kadar ion Fe^{2+} di dalam air baku untuk keperluan irigasi lahan pertanian sebaiknya memiliki kadar Fe total tidak lebih dari 20 mg/L [9].

Pada dasarnya tanah adalah merupakan suatu kumpulan beberapa komponen seperti liat dan mineral yang memiliki karakteristik sendiri-sendiri. [10]. Bila kontaminan logam Fe^{2+} yang larut dalam air tanah kontak langsung dengan tanah maka akan bereaksi dan terikat pada permukaan tanah yang disebut dengan proses adsorpsi atau penjerapan [11], yang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pH, berat dan waktu kontak dari adsorben [12] sehingga dapat dilihat kemampuan adsorpsinya [13]. Khususnya pada tanah sebagai adsorben, di samping faktor-faktor diatas ada beberapa faktor lain yang juga akan mempengaruhi daya adsorpsi tanah terhadap ion logam yaitu faktor sifat alamiah ion logam itu sendiri serta karakteristik dari tanah sebagai adsorben yang akan sangat menentukan bagaimana interaksi yang terjadi antara ion logam dengan tanah tersebut pada proses adsorpsi [14]. Selain itu, kelarutan logam Fe dipengaruhi oleh pH tanah dan bentuk senyawa atau valensi Fe, serta perpindahan logam Fe dari bagian atas tanah ke bagian bawah tanah yaitu bersama dengan bahan organik (khelat Fe-organik) dalam tanah [15].

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan dan belum adanya penelitian tentang adsorpsi logam Fe pada tanah pertanian di kota Bengkulu, sehingga diperlukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah, isotherm

adsorpsi dan kemampuan tanah dalam menyerap logam Fe pada tanah di Kota Bengkulu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2017 di Laboratorium Pendidikan Kimia FKIP Unib, Lab Ilmu Tanah Faperta Unib, dan Laboratorium Riset FKIK Unib. Pada penelitian ini digunakan sampel tanah sebagai adsorben. dimana terlebih dahulu sampel dikeringkan dan dibersihkan dari pengotor, selanjutnya di gerus dan diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh dan setelah itu ditentukan karakteristiknya, berupa kadar air, pH dan jenis tanah. Penentuan kadar air dilakukan dengan cara membiarkan sampel tanah yang akan diukur di udara terbuka selama 24 jam, dilanjutkan dengan mengeringkannya di dalam oven pada suhu 105 °C untuk menguapkan seluruh air baik yang berupa air bebas maupun air terikat yang ada di dalamnya selama 24 jam. Kadar air pada sampel tanah diperoleh dari menghitung selisih dari berat awal dan berat akhir dari tanah.. Untuk penentuan pH tanah dilakukan di dalam medium CaCl_2 yang berfungsi dalam mempertahankan pH tanah dan diukur dengan pH meter. Jika digunakan penentuan pH tanah dalam medium yang mengandung air, maka dimungkinkan masih banyak ion H^+ yang terikat didalam tanah dan tidak masuk kedalam larutan sehingga pH yang diperoleh bukanlah pH tanah yang sebenarnya. Pengukuran pH yang dilakukan dalam medium CaCl_2 memungkinkan ion Ca^{2+} dari CaCl_2 untuk menggantikan ion H^+ yang ada didalam tanah sehingga semakin banyak ion H^+ yang masuk kedalam larutan akibatnya pH yang terbaca adalah pH nyata atau pH yang lebih akurat.

Penentuan jenis tanah ditentukan dengan cara menghitung persentase pasir, *silt* dan liat dari tanah yang digunakan untuk mengetahui tekstur dari tanah dan menentukan jenis tanah tersebut. Dari besarnya persentase pasir, debu dan liat yang diperoleh maka akan dapat ditentukan kelas tekstur dari sampel tanah yang digunakan. Penentuan kelas tekstur tersebut menggunakan segi-tiga tekstur untuk melihat dilihat bagaimana tekstur dari tanah tersebut.

Untuk menentukan kapasitas adsorpsi maksimum dari sampel tanah ditentukan melalui isotherm adsorpsi, dimana untuk itu perlu terlebih dahulu ditentukan pH, berat adsorben dan waktu kontak optimum dari logam Fe yang diadsorpsi dengan adsorben tanah. Penentuan dilakukan dengan cara membuat larutan Fe dengan variasi konsentrasi yaitu

2,5 ; 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; dan 25 ppm dan kemudian dilakukan adsorpsi terhadap masing-masing larutan Fe tersebut pada sampel tanah dengan mengatur kondisi adsorpsi pada pH dan berat tanah optimum. Selanjutnya campuran diaduk dengan menggunakan *shaker* selama waktu kontak optimum, selanjutnya disaring dan filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Untuk penentuan pola adsorpsi larutan logam Fe pada permukaan adsorben tanah akan digunakan melalui dua model isoterm adsorpsi yaitu isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar air dari berbagai sampel tanah yang diambil pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Kadar air sampel tanah dari empat titik yang berbeda memiliki nilai yang mendekati sama dan diperoleh nilai kadar air rata-rata tanah yaitu 23,5 % (Tabel 1).

Tabel 1. Kadar Air Tanah

Sampel (Tanah)	Kadar Air (%)	Rata-Rata (%)
Titik 1	22	23,5
Titik 2	25	
Titik 3	23	
Titik 4	24	

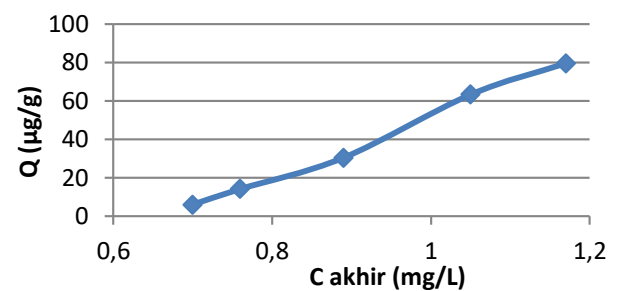
Penentuan pH tanah dari ke empat sampel tanah diperoleh Hasil pengukuran pH tanah dari ke empat sampel tanah yaitu pH 5. Hasil penentuan kadar pasir, debu dan liat pada sampel tanah yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 2. Ke empat sampel tanah yang diteliti termasuk kelas tekstur tanah lempung berdebu.

Hasil penentuan kondisi optimum dari sampel tanah diperoleh hasil pH optimum adsorben adalah 4, berat optimum adsorben adalah 3 g dan waktu kontak optimum adalah selama 3 Jam. Jumlah logam Fe yang dapat teradsorpsi pada sampel tanah dengan berbagai variasi konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari kurva Q vs C akhir pada Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi logam besi menyebabkan semakin banyak logam besi yang teradsorpsi.

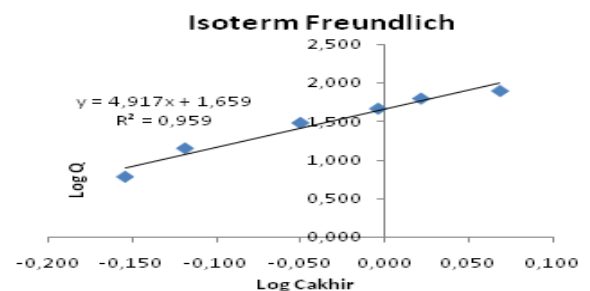
Tabel 2. Kadar pasir, debu dan liat

Sampel (Tanah)	Tekstur			Kelas Tekstur
	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	
Titik 1	37,75	50,19	12,06	Lempung Berdebu
Titik 2	23,45	46,35	30,20	Lempung Berdebu
Titik 3	26,94	52,57	20,49	Lempung Berdebu
Titik 4	31,86	52,34	15,80	Lempung Berdebu



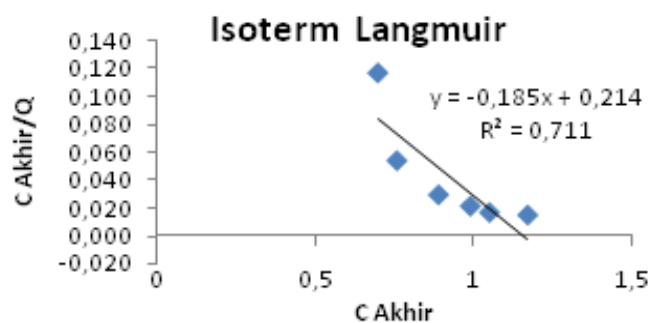
Gambar 1. Isoterm adsorpsi logam Fe pada tanah.

Pada saat mendekati kondisi kesetimbangan yaitu pada saat nilai C akhir 1,05, jumlah logam Fe yang teradsorpsi hampir mendekati konstan. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi setimbang tanah sudah mulai jenuh karena situs aktifnya sudah hampir terisi semua. Untuk menentukan pola adsorpsi larutan logam Fe pada permukaan adsorben tanah digunakan dua model isoterm adsorpsi yaitu isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich. Gambar 2 dan 3 merupakan grafik isoterm Freundlich dan isoterm Langmuir dari sampel tanah yang diteliti.



Gambar 2. Isoterm adsorpsi logam Fe pada tanah dengan model isoterm Freundlich.

Penyerapan larutan logam Fe pada tanah memiliki nilai R^2 yang berbeda yaitu isoterm Langmuir $R^2 = 0,730$ dan isoterm Freundlich $R^2 = 0,951$ (Gambar 2 dan 3).



Gambar 3. Isoterm adsorpsi logam Fe pada tanah dengan model isoterm Langmuir

Model isoterm yang sesuai dengan data hasil penelitian diuji dengan analisis regresi linear sederhana yaitu dengan melihat data nilai koefisien korelasinya (R^2). Jika nilai R^2 semakin mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh yang semakin besar dan keterkaitan antar variabel semakin kuat. Pada penelitian ini terlihat bahwa nilai R^2 isoterm Freundlich lebih besar maka adsorpsi yang terjadi cenderung mengikuti persamaan Freundlich yang berarti penyerapan logam Fe yang terjadi adalah secara fisisorpsi (penyerapan secara fisika) [16]. Fisisorpsi merupakan peristiwa adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya-gaya fisika, yang dicirikan berupa kalor adsorpsi yang kecil (10 kkal/mol).

Pada adsorpsi fisisorpsi molekul-molekul yang diadsorpsi secara fisika tidak akan terikat secara kuat pada permukaan dan biasanya terjadi pada proses *reversible* yang cepat, sehingga bersifat mudah diganti dengan molekul lain [17]. Persamaan garis lurus isoterm Freundlich yang telah diperoleh yaitu $y=4,917 X+1,659$ dapat digunakan untuk menentukan parameter Freundlich, K_f dan n . (Tabel 4)

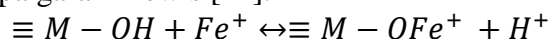
Tabel 4. Parameter isoterm Freundlich

Adsorben	Parameter Freundlich	Logam Fe
Tanah	K_F	45,60
	n	0,203
	R^2	0,959

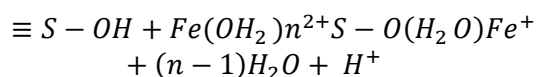
Keterangan: K_F = parameter Freundlich,
 n = Konstanta Empiris dan
 R^2 = koefisien determinasi.

Nilai K_F dan n merupakan parameter yang menunjukkan kapasitas adsorpsi suatu adsorben. Jika parameter Freundlich (K_F) semakin besar maka daya

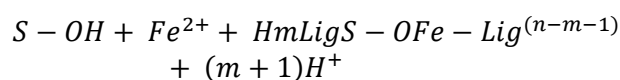
adsorpsi dari adsorben yang diuji akan semakin baik [18], dan bila semakin besar parameter intensitas adsorpsi ($1/n$) maka akan semakin kecil afinitas dari tanah dalam mengadsorpsi logam Fe. Mekanisme adsorpsi logam Fe pada tanah dimungkinkan melalui beberapa cara, salah satunya adalah dengan pembentukan kompleks permukaan yang disebut dengan kompleks *inner sphere* [19]. Di dalam larutan, logam akan bersifat sebagai asam Lewis (penerima elektron) [20]. Karena itu gugus fungsi senyawa yang terkandung pada permukaan tanah yang bersifat donor elektron (misalnya : -OH, -SH, dan -COOH) dengan ion besi membentuk senyawa berupa garam Lewis [21].



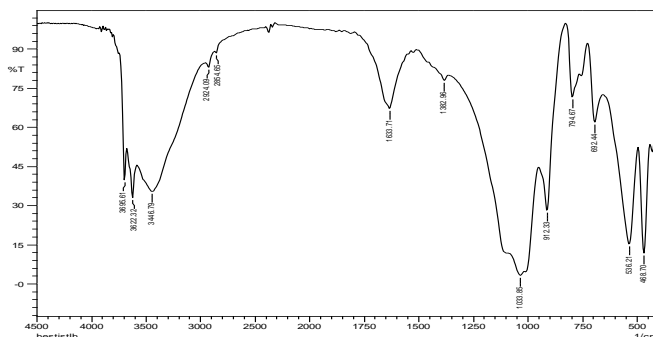
Kemungkinan lain yang terjadi adalah terjadinya pembentukan kompleks *outer sphere* [22], di manamolekul air akan terikat antara gugus permukaan dan ion besi melalui reaksi berikut



Selain itu, keberadaan dari asam Humat atau asam Fulvik ataupun pengompleks buatan, seperti EDTA dapat menyebabkan logam besi berpeluang terikat dengan ligan tersebut dengan membentuk kompleks ternar yang terjadi melalui logam besi ke permukaan [23].



Kemungkinan keberadaan dari adanya gugus fungsi senyawa yang terkandung pada permukaan tanah yang bertanggungjawab dalam adsorpsi besi dapat diidentifikasi melalui analisis gugus fungsi dengan *FTIR*[24].



Gambar 5. Spektrum *FTIR* dari sampel tanah

Gambar 5 menunjukkan terjadi serapan pada bilangan gelombang di sekitar 3600 cm^{-1} yang berarti ada *stretching* dari gugus OH, sedangkan

pada bilangan gelombang di daerah 3500 cm^{-1} menunjukkan adanya *stretching* dari gugus amina ($-\text{NH}_2$), yang keberadaannya juga dapat teridentifikasi pada daerah bilangan gelombang 1600 cm^{-1} . Adanya serapan lemah pada bilangan gelombang pada daerah sekitar 2500 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus thiol ($-\text{SH}$) pada sampel tanah yang diuji [25].

KESIMPULAN

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki karakteristik berupa kadar air rata-rata sebesar 23,5 %; pH tanah 5; dan tekstur dari keempat sampel tanah yang digunakan merupakan tanah lempung berdebu. Pola mekanisme adsorpsi larutan logam Fe pada permukaan adsorben tanah mengikuti isoterm Freundlich dengan nilai KF sebesar 45,6 dan n sebesar 0,203.

Pada karakterisasi tanah, perlu dilakukan penentuan jenis tanah yang lebih spesifik tidak hanya dilihat dari tekstur tanahnya saja.

Perlu dilakukan variasi jenis tanah yang digunakan dalam proses adsorpsi agar dapat diketahui perbedaan daya serap dari berbagai jenis tanah dalam mengadsorpsi logam.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kurnia, U., Prospek Pengairan Pertanian Tanaman Semusim Lahan Kering., *Jurnal Litbang Pertanian*, 2004:23(4):130-138.
2. Ahmad,R.Z., Mikoremediasi Menghilangkan Polusi Logam Berat pada Lahan Bekas Tambang untuk Lahan Peternakan, *Wartazoa*, 2018:28(1):41-50.
3. Susilawati, A., Arifin Fahmi., Dinamika Besi pada Tanah Sulfat Masam yang Ditanami Padi, *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 2013:7(2):67-75.
4. Hartini, E., Cascade Aerator dan Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali, *Jurnal Kesehatan Masyarakat Kemas*, 2012:8(1):42-50.
5. Nugroho, W., Setyo Purwoto., Removal Klorida , TDS dan Besi Pada Air Payau Melalui Penukar Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif *Jurnal Teknik Waktu*, 2013 :11(1):47-59.
6. Sembiring, J.V., Nelvia, Arnisen Yulia., Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama Pada Medium Subsoil Ultisol yang Diberi Asam Humat dan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Jurnal Agroteknologi*, 2015:6(1):25–32
7. Aziez, A.A., Dampak Fisiologis Penggenangan (Waterlogging) Pada Tanaman, *Agrineca*, 2012:12(2):75-91.
8. Syafruddin. . Keracunan Besi Pada Tanaman Padi dan Upaya Pengelolannya Pada Lahan Sawah, *Cefars :Jurnal Agribisnis dan Pengembangan wilayah*, 2011:3(1):35-45.
9. Sinaga, I.L., Jamilah , Mukhlis, Kualitas Air Irigasi di Desa Air Hitam Kecamatan Lima Puluh Kabupaten Batubara, *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2013:2(1):186-191.
10. Juo, A.S.R. and R.L. Fox., Phosphate sorption characteristics of some denchmark soils of West Africa. *Soil Sci*, 1981:124: 370-376.
11. Auliah, A., Lempung Aktif Sebagai Adsorben Ion Fosfat Dalam Air, *Jurnal Chemica*, 2009:10(2):14–23.
12. Khairat, A., Mawardi, Hary Sanjaya, Optmisi Tanah Napa Sebagai Adsorben Ion Logam Cd (II), *Periodic*, 2013: 2(2):34-39.
13. Nurhasni, Hendrawati, Nubzah Saniyyah, Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah, *Valensi*, 2014:4(1):36-44.
14. Dewi, M.S., Eko Budi Susatyo, Anndang Susilaningih, Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Raja Untuk Menurunkan Kadar Ion Pb(II), *Indo. J. Chem. Sci*, 2015: 4(3):228-233.
15. Tambunan , S.W., Fauzi , Purba Marpaung, Kajian Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Padi Pada Tanah Sulfat Masam Potensial Akibat Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk SP-36, *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2013 :1(4):1391-1401.
16. Madina, F.E., Rina Elvia., I Nyoman Chandra., .Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna Rhodamine B. *Alotrop* , 2017:1(2):98-101.
17. Sari, R.A., M. Lutfi Firdaus., Rina Elvia., Penentuan Kesetimbangan Termodinamika dan Kinetika Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Zat Warna *Reactive Red*. *Alotrop*, 2017:1(1):10-14.
18. Khilya,A., Agung Tri Prasetya., Optimasi dan Aplikasi Arang Aktif Alang-Alang Untuk Menurunkan Kadar Cd(II) Dalam

- Larutan. *Indo. J. Chem. Sci*, 2016:5(1):6-10.
19. Laksono, E.W., AK Prodjosantoso, Jaslin Ikhsan, Koadsorpsi Cr-Fe oleh Kitosan, *Jurnal Penelitian Saintek*, 2008:13(1):95-109.
20. Anjarsari, N., R. Djarot Sugiarto K. S, Analisa Gangguan Ion Merkuri(II) terhadap Kompleks Besi(II)-Fenantrolin Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2015:4(2): C139-C142.
21. Rahmawati,A., Pengaruh Derajat Keasaman Terhadap Adsorpsi Logam Kadmium (II) dan Timbal (II) Pada Asam Humat, *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 2011:12(1):1–14.
22. Annisa, W., B.H. Purwanto, Retensi P Oleh Oksida Besi di Tanah Sulfat Masam Setelah Reklamasi Lahan, *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 2010:4(1):47-56.
23. Wang, S., R. Djarot Sugiarto, Studi Gangguan Cu^{2+} pada Analisa Besi(III) dengan Pengompleks 1,10-Fenantrolin pada pH 3,5 secara Spektrofotometri UV-Vis, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2015:4(2):C100-C104.
24. Setyawati,H., Sri Sumarsih, Sevia Ayuningtyas, Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Zn(II)-EDTA Sebagai Senyawa Antialga Pada *Cooling Water* Industri, *Jurnal Kimia Riset*, 2017:2(1):43 – 50
25. Fitriyah, Interkalasi Xilenol Orange Pada Zeolit Alam Lampung Sebagai Elektroda Zeolit Termodifikasi, *EduChemia*, 2016: 1(2):162-175.

Penulisan Sitasi artikel ini ialah
Apriyanti, H., I Nyoman Candra, Elvinawati
Karakterisasi Isoterm Adsorpsi dari Ion Logam Besi (Fe) Pada Tanah di Kota Bengkulu, *Alotrop*, 2018: 2(1) :14-19..