

ADSORPSI Fe^{3+} DARI LARUTAN $Fe_2(SO_4)_3$ DENGAN KITOSAN CANGKANG KUPANG PUTIH

Dwi Kirana Ika Candra Dewi*, Anggi Aulia Putri Effendi, Erwan Adi Saputro, Ketut Sumada*

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur,
Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249, Indonesia
Telepon (031) 8782179, Faks (031) 8782257,
Email: sumadaketut@gmail.com, dwikiranaika@gmail.com

Abstrak

Kitosan merupakan kitin yang telah dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan basa kuat. Dalam limbah cangkang kupang mengandung 2% kitin. Limbah cangkang kupang, jumlahnya melimpah dan mudah diperoleh. Dengan memanfaatkan limbah cangkang sebagai kitosan, akan turut mengurangi terjadinya pencemaran tanah dan polusi udara. Penelitian ini untuk menentukan kondisi optimum proses adsorpsi logam Fe^{3+} menggunakan kitosan dari cangkang kupang putih guna mencari berat kitosan, konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ terhadap adsorpsi logam Fe^{3+} oleh kitosan, dan menentukan model persamaan adsorpsi yang sesuai dalam proses adsorpsi logam Fe^{3+} dengan kitosan cangkang kupang putih. Penelitian ini menggunakan metode adsorpsi. Didapatkan hasil yakni, persen penyerapan logam Fe^{3+} yang terbaik pada penambahan kitosan 4gr dengan konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ 300ppm sebesar 99,9896%. Proses adsorpsi ini tidak memenuhi persamaan adsorpsi Freundlich, tetapi memenuhi pada persamaan adsorpsi Langmuir. Model persamaan adsorpsi Langmuir yang diperoleh ialah, $\frac{m.C}{X_m} = 71,4999C - 0,001369$. Jumlah penambahan kitosan yang terbaik ialah 4gr pada konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ 900ppm dengan nilai $X_m/m = 0,025190$.

Kata Kunci : adsorpsi; kitosan; logam Fe^{3+}

ADSORPTION OF Fe^{3+} FROM $Fe_2(SO_4)_3$ SOLUTION USING CHITOSAN FROM WHITE KUPANG SHELL

Abstract

Chitosan is a chitin that has been removed by its acetyl group by using a strong base. There are a lot of waste shells contain 2% chitin. By utilizing shell waste as chitosan, will help reduce the occurrence of soil pollution and air pollution. The purpose of this research is to determine the optimum conditions of the Fe^{3+} metal adsorption process using chitosan from white mussel shells. Also to determine the appropriate adsorption equation model in the Fe^{3+} metal adsorption process with white shell chitosan. The adsorption is used in this research. The results showed that the best percent absorption of Fe^{3+} metal on the addition of chitosan 4gr with a concentration of 300ppm $Fe_2(SO_4)_3$ solution of 99.9896%. In this research, the results did not meet the Freundlich adsorption equation, however, it is meet the Langmuir adsorption equation. The Langmuir adsorption equation model is, $(m.C)/X_m = 71.4999C - 0.001369$. The best amount of addition of chitosan is 4grams at a concentration of 900ppm $Fe_2(SO_4)_3$ solution with the value of $X_m/m = 0.025190$.

Keywords : adsorption, chitosan, metal Fe^{3+} .

PENDAHULUAN

Kitosan merupakan kitin yang telah dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan basa kuat. Di Indonesia, kitosan relatif mudah diproduksi karena salah satu bahan bakunya, yakni limbah cangkang kupang, jumlahnya melimpah dan mudah diperoleh, selain itu dalam limbah cangkang kupang mengandung 2% kitin. Dengan pemanfaatan limbah cangkang sebagai kitosan, maka hal ini akan turut mengurangi terjadinya pencemaran tanah dan polusi udara. Bahan baku untuk mensintesis kitosan cukup mudah diperoleh.

Semakin hari permasalahan limbah baik organik maupun non organik memerlukan perhatian dan penanganan yang serius. Mulai dari segi pertanian maupun segi kelautan. Wilayah kelautan Indonesia yang sangat luas, menjadikan indonesia memiliki banyak ragam biota laut, salah satunya adalah sejenis kerang namun memiliki kulit yang agak lunak atau biasa dikenal dengan kupang, dimana cangkang kupang ini tidak diolah sehingga mencemari lingkungan padahal cangkang kupang ini mampu dijadikan produk baru yang memiliki nilai ekonomis yaitu kitosan. Di sisi lain, tingkat pencemaran yang tinggi ternyata tidak hanya disebabkan oleh limbah organik saja, melainkan juga

oleh logam berat yang saat ini banyak terkandung dalam berbagai produk yang kerap digunakan industri dan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Setelah usia pakainya habis, maka produk-produk tersebut akan berubah menjadi limbah karena tidak dapat digunakan kembali, dan pada umumnya langsung dibuang ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Sebenarnya, unsur-unsur logam yang masih terkandung tersebut sangat berbahaya terhadap lingkungan dan manusia, karena sifatnya yang toksik. Oleh karena itu, perlu dicari solusi agar limbah tersebut dapat dibuang, namun tidak menimbulkan pencemaran yang justru dapat membahayakan kelangsungan hidup orang banyak. Sementara itu, logam yang masih terkandung dalam limbah tersebut sebenarnya masih dapat diambil dan dimanfaatkan kembali menjadi produk yang memiliki nilai tambah. Untuk itu, perlu ditentukan suatu metode pengambilan kembali unsur logam yang efektif, baik dari larutan logam murni maupun dari limbah yang mengandung banyak unsur logam

Menurut Widyanti 2009, "Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Rajungan pada Proses Adsorpsi Logam Nikel dari Larutan NiSO₄". Kitosan dicampur dengan larutan NiSO₄ dengan perbandingan solid/liquid yang sudah ditentukan. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam beaker glass, agar distribusi partikel merata maka digunakan pengadukan dengan menggunakan magnetic stirrer. Untuk mencegah evaporasi maka ditutup dengan plastik, sehingga dapat dihasilkan fasa akuatik. Diperoleh kondisi optimum waktu kontak pada waktu 30menit dan konsentrasi awal logam nikel adalah 500ppm.

Menurut Saadilah, 2014, "Optimalisasi Kitosan dari Cangkang Kepiting sebagai Adsorben Logam Berat Pb (II)". Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap. Pertama kitosan dicampur dengan larutan Pb(NO₃)₂ dengan perbandingan solid/liquid yang sudah ditentukan. Campuran tersebut dimasukkan kedalam beaker glass, agar distribusi partikel merata maka digunakan pengadukan dengan menggunakan magnetic stirrer. Untuk mencegah evaporasi maka ditutup dengan plastic, sehingga dapat dihasilkan fasa akuatik. Kedua, dilakukan dengan proses pelarutan dengan aqua distilasi. Diperoleh kondisi optimum waktu kontak pada waktu 30menit dan konsentrasi awal logam Pb pada kondisi asam adalah 10ppm, sedangkan dalam kondisi netral adalah 100ppm.

Menurut Supriyanti, dkk 2018, "Pemanfaatan Chitosan dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Sebagai Adsorben Logam Timbal (pb)". Prosesnya dengan membuat larutan chitosan dengan melarutkan kitosan ke dalam asam asetat. Konsentrasi Pb 10mg/L dibuat dengan cara dipipet sebanyak 1ml larutan induk logam Pb asetat 1000mg/L ke dalam labu ukur 100ml, lalu ditambahkan aquadest hingga tanda batas. Nilai daya serap chitosan dengan konsentrasi 1, 2, 4, dan 8% berturut-turut adalah 8,09; 36,26; 45,42 dan 57,47% dengan waktu pengadukan 30 menit. Diperoleh bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan maka akan semakin tinggi pula nilai daya adsorpsi terhadap kadar logam berat timbal (Pb).

Hipotesis penelitian ini, yaitu proses adsorpsi logam besi (Fe³⁺) dengan menggunakan kitosan dari cangkang kupang putih. Semakin tinggi konsentrasi awal logam Fe³⁺ dalam larutan Fe₂(SO₄)₃, maka semakin kecil persentase adsorpsi yang dihasilkan, dan sebaliknya. Semakin banyak jumlah kitosan, maka semakin besar persentase adsorpsi yang dihasilkan, dan sebaliknya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimum proses adsorpsi logam Fe³⁺ menggunakan kitosan dari cangkang kupang putih. Untuk mencari berat kitosan, dan konsentrasi larutan Fe₂(SO₄)₃ pada adsorpsi logam Fe³⁺ oleh kitosan. Untuk Menentukan model persamaan adsorpsi yang sesuai dalam proses adsorpsi logam Fe³⁺ dengan kitosan cangkang kupang putih.

METODE PENELITIAN

Bahan

Kitosan cangkang kupang putih dari Sidoarjo, Larutan Fe₂(SO₄)₃, dan Aquadest

Alat

Termometer, beaker glass, magnetic stirrer, dan heater



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian

Prosedur

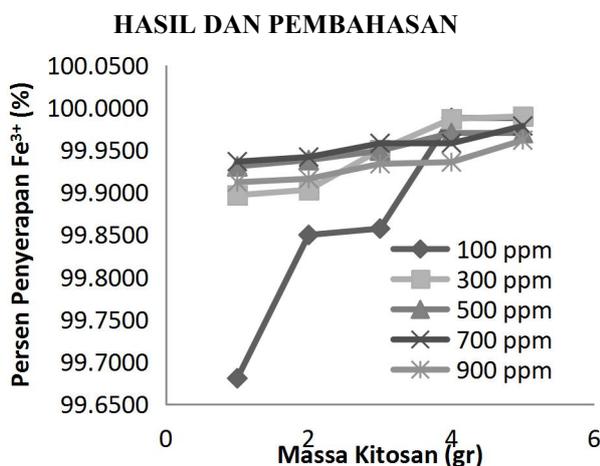
Pembuatan kitosan

Limbah kulit kupang dicuci, dikeringkan pada suhu 80°C selama 24 jam. Kulit kupang dihancurkan hingga halus dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Kulit kupang dideproteinasi menggunakan larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 (b/v) dan dipanaskan pada suhu 65°C selama 2jam. Residu dipisahkan dari larutannya kemudian dicuci dengan air hingga netral dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 4jam. Padatan kering hasil deproteinasi selanjutnya didemineralisasi dengan menggunakan larutan HCl 1N 1:15 (b/v) pada suhu kamar selama 30 menit. Setelah disaring, padatan dicuci dengan air hingga netral kemudian residu yang diperoleh dikeringkan pada suhu 60°C selama 4jam untuk mendapatkan kitin kering. Selanjutnya dilakukan proses deasetilasi dengan merebus kitin dalam larutan NaOH 50% dengan perbandingan 1:10 (b/v) pada suhu 100°C selama 1,5jam. Padatan dipisahkan dari larutan, dicuci dengan aquadest hingga pH netral (pH = 7). Kemudian padatan dikeringkan pada suhu 60°C selama 4jam. Produk yang diperoleh dari proses ini dinamakan kitosan. Untuk mendapatkan kitosan dengan pH 5 maka ditambahkan asam nitrat dengan konsentrasi 1M.

Adsorpsi logam besi pada kitosan

Larutan Fe₂(SO₄)₃ dibuat dengan konsentrasi 100ppm, 300ppm, 500ppm, 700ppm, 900ppm. Kitosan yang telah dipreparasi dicampurkan dengan larutan

$Fe_2(SO_4)_3$ sesuai dengan perbandingan solid/liquid 1:150 kedalam sebuah beaker glass. Selanjutnya dilakukan pengadukan 300rpm pada larutan dengan temperatur $30^{\circ}C$ menggunakan magnetic stirer untuk mempercepat proses adsorpsi. Beaker glass ditutup dengan plastik untuk mencegah terjadinya evaporasi pelarut organik selama proses. Setelah proses pengadukan, maka akan terbentuk dua fasa yang terpisah (atas dan bawah), yaitu fasa organik dan fasa akuatik. Kemudian dilakukan pemisahan fasa akuatik dengan metode konvensional. Jika fasa akuatik terletak di sebelah atas larutan, maka akan digunakan pipet tetes untuk pengambilan fasa akuatik sebanyak kurang lebih 10-20 ml. Namun jika fasa akuatik terletak di sebelah bawah, maka akan digunakan labu pemisah. Lalu dilakukan uji AAS yang bertujuan untuk mengetahui kandungan logam yang dapat diserap. Kandungan logam yang terserap dapat diketahui dengan menghitung selisih konsentrasi awal dengan konsentrasi fasa akuatik hasil adsorpsi.

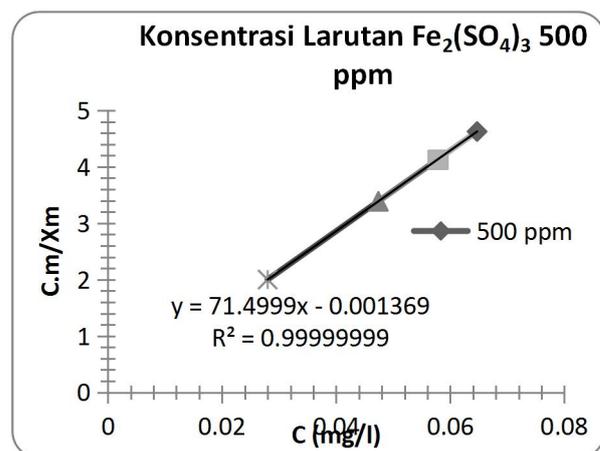


Gambar 2. Pengaruh antara massa kitosan terhadap persen penyerapan Fe^{3+} pada berbagai konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$

Dapat dilihat dari **Gambar 2.** bahwa pada penambahan kitosan sebanyak 2gr hingga 4gr mengalami kenaikan persen penyerapan Fe^{3+} . Hal ini menyatakan bahwa semakin banyaknya jumlah kitosan (adsorben) yang ditambahkan, maka semakin banyak ion logam Fe^{3+} yang teradsorpsi, sehingga persen penyerapan Fe^{3+} semakin besar. Sesuai dengan pernyataan pada jurnal Syauqiyah, 2011 bahwa semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben. Dan pernyataan tersebut sesuai dengan teori adsorpsi Langmuir Benfield, 1982 yang menyatakan bahwa masing-masing site (tempat terjadinya adsorpsi di permukaan adsorben) memiliki kemampuan untuk menyerap satu molekul dengan demikian akan ada satu lapisan. Sehingga pada keadaan dimana adsorben masih memiliki kemampuan untuk menyerap adsorbat, akan dapat menaikkan jumlah zat yang teradsorpsi.

Persen penyerapan Fe^{3+} naik ketika konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ bertambah dari 100 ppm ke 300ppm. Namun persen penyerapan Fe^{3+} menurun, pada kondisi konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ 500ppm hingga 900ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi optimum kitosan cangkang kupang putih saat menyerap logam Fe^{3+} , yaitu pada konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ 300ppm. Karena pada kondisi konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ di atas 300ppm, tempat adsorpsi sudah lewat jenuh dengan adsorbat (logam Fe^{3+}) yang artinya di mana permukaan adsorben sudah tidak dapat mengadsorpsi lagi logam Fe^{3+} . Sehingga jumlah zat yang teradsorpsi tetap pada konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ lebih dari 300ppm dan tidak sebanding dengan jumlah logam Fe^{3+} . Pernyataan ini sesuai dengan teori pada jurnal Husen and Rosnelly (2005) yang menyatakan bahwa bagian yang terpenting dalam proses adsorpsi yaitu situs yang dimiliki oleh adsorben terletak pada permukaan, akan tetapi jumlah situs-situs ini akan berkurang jika permukaan yang tertutup semakin bertambah.

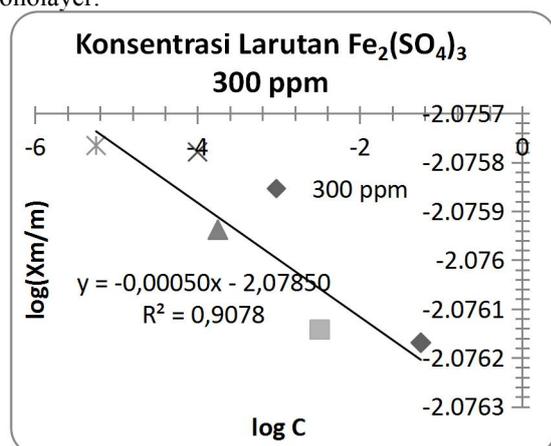
Terlihat pada konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ 100ppm dengan penambahan kitosan 2gr hingga 3,5gr mengalami kenaikan persen penyerapan Fe^{3+} yang signifikan, hal ini disebabkan karena kurang maksimalnya permukaan adsorben menyerap logam Fe^{3+} pada konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ 100ppm. Sehingga persen penyerapan Fe^{3+} pada penambahan kitosan 2gr hingga 3,5gr memiliki jarak nilai yang cukup jauh.



Gambar 3. Persamaan adsorpsi Langmuir dari C (konsentrasi logam Fe^{3+} setelah adsorpsi (mg/l)) vs nilai $C.m/X_m$ pada 500ppm larutan $Fe_2(SO_4)_3$

Terlihat pada **Gambar 3.** pada berbagai konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ semuanya memenuhi model persamaan adsorpsi Langmuir, karena memiliki harga koefisien determinan $R^2 \geq 0,9999$ (mendekati angka 1), dan yang paling mendekati ialah pada konsentrasi larutan $Fe_2(SO_4)_3$ 500ppm dengan didapatkan harga koefisien determinan $R^2 = 0,99999999$. Sehingga persamaan Langmuir yang diperoleh ialah $\frac{m \cdot C}{x_m} = 71,4999C - 0,001369$. Karena pada proses ini memenuhi model persamaan adsorpsi Langmuir, maka proses adsorpsi logam Fe^{3+} sesuai dengan teori pada

jurnal Oscik (1982) menyatakan bahwa situs pada permukaan yang homogen dan adsorpsi terjadi secara monolayer.



Gambar 4. Persamaan Adsorpsi Freundlich dari log C vs log (Xm/m) pada 300 ppm larutan Fe₂(SO₄)₃

Terlihat pada **Gambar 4.** hanya diperoleh satu yang memenuhi persamaan Freundlich, yaitu pada konsentrasi larutan Fe₂(SO₄)₃ 300ppm dengan harga koefisien determinan R²=0,9078. Yang diperoleh persamaan Freundlich, yaitu $\log\left(\frac{X_m}{m}\right) = -2,07850 - 0,00050\log C$.

Karena hanya satu yang memenuhi persamaan adsorpsi Freundlich, maka pada proses adsorpsi ini tidak menggunakan persamaan adsorpsi Freundlich.

SIMPULAN

Peneliti menyimpulkan bahwa persen penyerapan logam Fe³⁺ yang terbaik pada penambahan kitosan 4gr dengan konsentrasi larutan Fe₂(SO₄)₃ 300 ppm sebesar 99,9896%, pada proses adsorpsi ini tidak memenuhi persamaan adsorpsi Freundlich, tetapi memenuhi pada persamaan adsorpsi Langmuir, model persamaan adsorpsi Langmuir yang diperoleh ialah, $\frac{m \cdot C}{\bar{X}_m} = 71,4999C - 0,001369$. Jumlah penambahan kitosan yang terbaik ialah 4gr pada konsentrasi larutan Fe₂(SO₄)₃ 900ppm dengan nilai X_m/m = 0,025190.

Saran

Disarankan kepada peneliti selanjutnya dalam melakukan penelitian ini untuk Menggunakan limbah yang mengandung ion logam yang lebih bervariasi agar mengetahui apakah kitosan dapat mengadsorpsi logam Fe³⁺ dengan maksimal dalam limbah yang mengandung ion logam Fe³⁺ dan ion logam lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim.2016." Tinjauan Pustaka".Bogor:IPB
 Alfian, Z.2003."Study Perbandingan Penggunaan Kitosan Sebagai Adsorben Dalam Analisis Logam Tembaga Dengan Metoda Pelarutan dan Perendaman". Medan: Jurnal Sains Kimia Universitas Medan

Anas, Ajwar.dkk.2017."Pembuatan Filter Penangkap Emas (Au) Menggunakan Kitin dan Kitosan dari Cangkang Kepiting".Mataram:FPMIPA IKIP

Andhika, Bayu.2016."Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Cangkang Bekicot (*AchatinaFulica*) Sebagai Adsorben Logam Berat Seng (Zn)". Banjarbaru:Universitas Lambung Mangkurat

Benefield, L.D.1982."Process Chemistry For Water and Wastewater Treatment".Newyork:Prentice-Hallinc, Englewoods Cliffs

Boddu VM, and Smith ED. 1999. "A composite chitosan biosorbent for adsorption of heavymetal from waste champaign". US Army: Eng research and development center

Bought, W. A.1975."Coagulation With Chitosan And Aid For Recovery Of By Product From Egg Breaking Waste.Oxford:Oxford press

Firtz, James S.1999."Analytical Solid-Phase Extraction".New York: Willey-VCH

Guibal, E. dan Tobin, J.M., 1999, "Chitosan Sorbents for Platinum Sorption from Dilute Solutions": Ind. Eng. Chem

Ginting, Ferdinan Dlesesve.2008."Alat Pendingin Adsorpsi".Jakarta:Universitas Indonesia Press

Hermanto B dan Santoso G.2006."Adsorpsi Ion Logam PB II pada Membran Selulosa Kitosan Perekat Silang.Surabaya:Akta Kimia Indonesia

Hirano S. 1989. "Chitin and Chitosan". Republica of Germany : Encyclopedia of Industrial Chemistry

Husen, G and C.M.Rosnelly.2005."Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Logam Timbal menggunakan Karbon Aktif dari Batang Pisang". Banda Aceh:Fakultas Teknik Universita Syiah Kuala Darussalam

Kennedy,J.,Marion.P.,David,T.dan Marisa.1994."Recovery of Proteins From Whey Using Chitosan as A Coagulant".New York: Biotechnology and Bioactive Polymers, Gebelein,C, Carraher (Edd)

Kipling, J.J.1965."Adsorption for solution of non electrolytes".London:Academic press

Laksono,Endang Widjajanti,dkk.2008."Koadsorpsi Cr-Fe oleh Kitosan".Yogyakarta:FMIPA UNY

Mulyana, dkk.2003. "Pemilihan persamaan adsorpsi isotherm pada penentuan kapasitas adsorpsi kulit kacang tanah terhadap zat warna remazol golden yellow 6".Pasundan: Universitas Pasundan Press

Oscik,J.1982."Adsorption".Chichester

Rachdati, H, Citro RPS, Iskandar R.2007."Penggunaan Kitosan Untuk Penghilangan Krom V Dalam Air. J Metalurgi

Rahayu, L. H. dan Purnavita S.2007."Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus Pelagicus*) untuk adsorben Ion Logam Merkuri.Surabaya: Jurnal Reaktor Teori Aplikasi Teknologi Kelautan ITS

Rahmi.2007."Adsorpsi Fenol Pada Membran Komposit Kitosan Berikatan Silang. Aceh: Unsyiah Press

Dwi Kirana Ika Candra Dewi*, Anggi Aulia Putri Effendi, Erwan Adi Saputro, Ketut Sumada*: adsorpsi Fe^{3+} dari larutan $Fe_2(SO_4)_3$ dengan kitosan cangkang kupang putih

Reynolds.1982."Unit Operation and processes in environmental engineering". California:Texas A & M university. Brook / Cole engineering division

Saadilah, M. Arif.dkk.2014."Optimalisasi Kitosan dari Cangkang Kepiting sebagai Adsorben Logam Berat Pb (II)".Depok:Departemen Fisika Universitas Indonesia

Saragih, S.A.2008."Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau Sebagai Adsorben". Jakarta:Universitas Indonesia

Setyawan,Heru.2013."Kimia Fisika".Surabaya:ITS

Syauqiah, dkk. 2011."Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif".

Trisnawati, Elin dan Dewid Andesti.2013."Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Kepiting Sebagai Bahan Pengawet Buah Duku dengan Variasi Lama Pengawetan".Palembang:Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,Universitas Sriwijaya

Widodo, Agus, dkk.2005."Potensi Kitosan dan Sisa Udang Sebagai Koagulan Logam Berat Limbah Cair Industri Tekstil". Surabaya:Jurusan Teknik Kimia ITS

Widyanti, Adelina Putri. 2009."Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Rajungan pada Proses Adsorpsi Logam Nikel dari Larutan $NiSO_4$ ".Depok:Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Yuliusman dan Adelina P.W. 2010. "Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Rajungan Pada Proses Adsorpsi Logam Nikel dari Larutan $NiSO_4$ ". Depok :Fakultas Teknik Universitas Indonesia