

PENGARUH ION Cr(VI) PADA VARIASI pH TERHADAP SERAPAN ION Cu(II) OLEH ADSORBEN KULIT KACANG TANAH DENGAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM

Devi Puriyandari^{1*)}, Pandu J. Laksono^{2**)}

¹ Universitas Sebelas Maret Surakarta

² Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

*) E-mail: devipuriyandari3@gmail.com

***) E-mail: pandujati_uin@radenfatah.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) pemanfaatan limbah kulit kacang tanah sebagai adsorben logam berat Cu(II), (2) hubungan pH terhadap adsorpsi logam Cu(II), (3) pengaruh penambahan ion logam Cr(VI) terhadap serapan logam Cu(II) pada variasi pH oleh kulit kacang tanah, (4) pola isoterm dan jenis adsorpsi yang terjadi pada penyerapan ion logam Cu(II) dengan dan tanpa penambahan ion logam Cr(VI) oleh adsorben kulit kacang tanah. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Teknik pengumpulan data meliputi: (1) pembuatan adsorben dari kulit kacang tanah, (2) karakterisasi gugus yang terkandung dalam kulit kacang tanah dengan FTIR, (3) aplikasi adsorben untuk mengetahui pengaruh penambahan ion logam Cr(VI) terhadap serapan Cu(II) melalui pengontakkan 0,5 gram kulit kacang tanah dengan 25 mL larutan logam Cu(II) 50 ppm dan campuran logam Cu(II) 50 ppm dengan Cr(VI) 50 ppm pada variasi pH 2; 3; 4; 5; dan 6 selama 60 menit, (4) penentuan konsentrasi logam Cu(II) yang terserap dengan Spektrofotometri Serapan Atom. Hasil penelitian menunjukkan: (1) kulit kacang tanah dapat digunakan sebagai adsorben ion logam Cu(II), (2) semakin besar pH daya serap kulit kacang terhadap logam Cu(II) semakin meningkat, daya serap terbesar pada pH 6 yaitu sebesar 94,836%, (3) pada pH diatas 3,5 penambahan ion logam Cr(VI) memperbesar daya serap kulit kacang tanah terhadap logam Cu(II), sedangkan pada pH dibawah 3,5 cenderung memperkecil daya serap adsorben terhadap Cu(II), daya adsorpsi terbesar pada pH 6 yaitu sebesar 99,864%, (4) jenis adsorpsi oleh kulit kacang tanah yang terjadi untuk variasi pH tanpa penambahan ion logam Cr(VI) adalah adsorpsi kimia, sedangkan jenis adsorpsi untuk variasi pH dengan penambahan ion logam Cr(VI) adalah adsorpsi fisika.

Kata kunci: adsorben, ion logam Cr(VI), ion logam Cu(II), karakterisasi, kulit kacang tanah

PENDAHULUAN

Sektor industri merupakan salah satu sektor pembangunan yang berkembang pesat di Indonesia. Perkembangan pada sektor ini tentu saja akan diikuti dengan bertambahnya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah, terutama pencemaran pada lingkungan perairan, karena pada umumnya limbah cair industri dibuang langsung ke selokan atau sungai. Pencemaran air dapat berupa bau yang tidak sedap, warna keruh atau tidak jernih sebagai akibat adanya senyawa organik didalamnya. Sedangkan pencemaran air akibat adanya logam berat akan memberikan dampak negatif bagi ekosistem serta lingkungan sekitar, namun dampak ini akan terlihat dalam jangka waktu yang cukup lama yakni ketika logam-logam tersebut sudah terakumulasi dalam jumlah tertentu atau

melebihi ambang batas, sehingga kualitas air akan mengalami penurunan yang mengakibatkan minimnya air bersih yang dapat digunakan.

Logam berat apabila masuk ke perairan sangat berbahaya, hal ini disebabkan oleh sifat-sifat logam berat yaitu:

1. sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).
2. dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut.
3. mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu (Sutamihardja, Adnan, & Sanusi, 1982).

Cuprum atau tembaga (Cu) merupakan salah satu logam yang banyak terdapat dalam limbah cair yang merupakan logam berbahaya bagi kesehatan apabila telah masuk ke dalam tubuh manusia melebihi ambang batas. Tembaga yang masuk ke dalam tatanan lingkungan perairan dapat berasal dari peristiwa-peristiwa alamiah dan sebagai efek samping dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia seperti buangan industri dan pertambangan Cu. Secara alamiah, Cu masuk ke dalam badan perairan sebagai akibat dari peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa turun oleh air hujan. Melalui jalur alamiah ini, Cu yang masuk ke badan perairan diperkirakan mencapai 325.000 ton per tahun.

Keberadaan Cu di lingkungan perlu mendapat perhatian mengingat kecilnya batas konsentrasi yang diijinkan. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah keberadaan Cu dalam lingkungan diharapkan nihil, sedangkan batas maksimal yang diperbolehkan adalah 2,0 mg/L. Oleh karena itu kandungan logam berat khususnya Cu dalam limbah industri yang melebihi ambang batas harus diminimalkan sebelum dibuang ke lingkungan. Sehingga untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan memerlukan suatu proses yang ramah lingkungan. maka perlu dilakukan penelitian untuk mengurangi kandungan logam berat dalam limbah industri.

Penelitian-penelitian yang dilakukan berkenaan dengan daya racun yang dimiliki oleh Cu(II) telah dilakukan oleh banyak lembaga ataupun perorangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa daya racun yang dimiliki oleh Cu dapat membunuh biota perairan, yang sangat peka terhadap kelebihan Cu dalam badan perairan tempat hidupnya. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0,01 ppm akan mengakibatkan kematian bagi fitoplankton. Kematian tersebut disebabkan karena daya racun Cu telah menghambat aktivitas enzim dalam pembelahan sel fitoplankton (Palar, 1994).

Pada umumnya proses yang dilakukan untuk mengurangi limbah cair diantaranya melalui proses pengendapan, pertukaran ion, evaporasi, elektrodialisis, penghilangan warna serta adsorpsi. Proses-proses tersebut biasanya menghabiskan biaya yang relatif tinggi, sehingga tidak cocok untuk kebutuhan negara yang sedang berkembang, seperti Indonesia. Adsorpsi merupakan metode

yang dinilai paling efektif dan telah banyak digunakan (Cahyono & Damayanti, 2007).

Proses penanganan limbah cair yang telah tercemar logam berat melalui adsorpsi mempunyai banyak keuntungan, yaitu cukup selektif, efektif, dan dapat mengurangi kadar logam berat yang terlarut dalam limbah cair. Salah satu adsorben dari bahan alam yang dapat digunakan adalah kulit kacang tanah, telah dilakukan beberapa penelitian menggunakan kulit kacang tanah sebagai biosorben, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Periasamy, Srinivasan, & Murugan (1993) mengenai studi pengurangan logam chromium (VI) dengan menggunakan karbon aktif dari kulit kacang dengan daya adsorpsi $30.21 \pm 0.74 \text{ mg g}^{-1}$.

Daya adsorpsi adsorben terhadap logam dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah derajat keasaman (pH) dan keterlibatan ion lain dalam limbah cair seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Johnson, Jain, Joshi, & Prasad, 2008) dengan beberapa limbah hasil pertanian sebagai adsorben beberapa logam berat antara lain Cd(II), Cr, Cu(II), Ni(II), Zn(II), dan Pb(II). Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam yang dapat terserap oleh adsorben dari kulit kacang tanah adalah Cd(II), Cu(II), Ni(II), dan Zn(II). Daya adsorpsi untuk masing-masing logam sebesar: Cd(II) = 5,96 mg/g; Cu(II) = 65,6 mg/g pada pH 6-10; dan Ni(II) = 53,65 mg/g pada pH 4-5; Zn(II) = 9 mg/g. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa daya adsorpsi terbesar adalah pada logam Cu(II). Penelitian yang telah dilakukan oleh Saleh(2011) mengenai karakteristik dan pengaruh ion Ca^{2+} pada adsorpsi ion bikromat oleh humin, memberikan hasil bahwa ion Ca^{2+} dapat memperbesar daya serap humin terhadap ion bikromat. Pada penelitian ini ion Ca^{2+} berfungsi sebagai penjembatanan kation untuk memperbesar kapasitas adsorpsi terhadap ion bikromat. Penelitian-penelitian di atas telah mendukung dan menjadi landasan untuk melaksanakan penelitian selanjutnya mengenai pemanfaatan serbuk kulit kacang tanah.

METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan adalah limbah kulit kacang tanah yang diambil dari industri penggilingan kacang tanah di desa Banaran, Palur, Kabupaten Karanganyar. Prosedur penelitian adalah sebagai berikut ini :

Prosedur Penelitian

1. Preparasi Adsorben Dari Kulit Kacang Tanah
Mencuci kulit kacang tanah dengan air mengalir sampai bersih, yaitu sampai air bilasan tidak keruh lagi, merendam kulit kacang tanah dengan aquades, NaOH 0,1 M dan kemudian CH_3COOH 0,1 M untuk menetralkan serbuk kulit kacang tanah, cuci dengan aquades sampai bersih/tidak berwarna, mengeringkan kulit kacang tanah di dalam oven pada suhu 60°C , menghaluskan kulit kacang tanah dengan *crusher* dan *blender*, mengayak serbuk kulit kacang tanah yang telah kering dengan ayakan mesh ukuran 200 mesh dan 100 mesh, menganalisis struktur adsorben kulit kacang tanah dengan FTIR.
2. Pembuatan Larutan Cu(II) 50 ppm

Mengambil 5 mL larutan induk Cu(II) 1000 ppm, memasukkan dalam labu ukur 100 mL kemudian menambahkan larutan HNO₃ 0,05 M sampai tanda batas.

3. Pembuatan Larutan Standar Cu(II) dengan Konsentrasi 0,5; 1; 2; 3; 4; 6 ppm
Mengencerkan larutan Cu(II) 50 ppm menjadi larutan standar Cu(II) 6 ppm dengan cara mengambil 3 mL larutan Cu(II) 50 ppm, memasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, dan menambahkan HNO₃ 0,05 M sampai tanda batas, mengulangi pengenceran larutan Cu(II) 50 ppm sehingga menjadi larutan standar Cu(II) 4; 3; 2; 1 dan 0,5 ppm dengan cara yang sama, mengukur absorbansi larutan standar tersebut dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) untuk mendapatkan kurva kalibrasi.
4. Pembuatan Larutan Induk Cr(VI) 1000 ppm
Menimbang 0,283 gram K₂Cr₂O₇, memasukkan dalam labu ukur 100 mL kemudian menambahkan akuades sampai tanda batas.
5. Pembuatan Larutan Cu(II) 50 ppm pH 2; 3; 4; 5; 6
Memasukkan 2,5 mL larutan induk 1000 ppm ke dalam labu ukur 50 mL, menambahkan akuades, HNO₃ 0,05 M atau NaOH 0,05 M sampai tanda batas dan pH larutan menjadi 2, membagi larutan tersebut menjadi dua, sebagai larutan awal dan sebagai larutan yang akan dikontakkan, mengulangi hal yang sama untuk mendapatkan larutan Cu(II) 50 ppm pH 3; 4; 5; 6.
6. Pembuatan Larutan Cu(II) dan Cr(VI) 50 ppm pH 2; 3; 4; 5; 6
Mencampurkan 2,5 mL larutan induk Cu(II) 1000 ppm dan 2,5 mL larutan induk Cr(VI) 1000 ppm ke dalam labu ukur 50 mL, menambahkan akuades, HNO₃ 0,05 M atau NaOH 0,05 M sampai pH larutan menjadi 2, membagi larutan tersebut menjadi dua, sebagai larutan awal dan sebagai larutan yang akan dikontakkan, mengulangi hal yang sama untuk mendapatkan larutan Cu(II) 50 ppm pH 3; 4; 5; 6.
7. Penentuan Pengaruh pH terhadap Serapan Logam Cu(II) oleh Serbuk Kulit Kacang Tanah
Menimbang 0,5 gram adsorben serbuk kulit kacang tanah dengan neraca analitik, memasukkan adsorben ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 25 mL larutan Cu(II) 50 ppm dengan pH 2, lalu menutup rapat, mengaduk dengan *shaker* selama 60 menit dengan kecepatan 125 rpm, menyaring masing-masing campuran yang telah *dishaker* menggunakan kertas saring *Whatmann* 42 dan mengukur absorbansi filtrat tersebut dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). melakukan hal yang sama seperti di atas untuk larutan Cu(II) 50 ppm dengan pH 3; 4; 5; dan 6
8. Penentuan Pengaruh pH dan Penambahan Ion Cr(VI) terhadap Serapan Logam Cu(II) oleh Serbuk Kulit Kacang Tanah
Menimbang 0,5 gram adsorben serbuk kulit kacang tanah dengan neraca analitik, memasukkan adsorben ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi campuran larutan logam Cu(II) dan Cr(VI) dengan pH 2, lalu menutup rapat, mengaduk dengan *shaker* selama 60 menit dengan kecepatan 125 rpm, menyaring masing-masing campuran yang telah diaduk menggunakan kertas saring *Whatmann* 42 dan mengukur absorbansi filtrat tersebut dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), melakukan hal yang

sama seperti di atas untuk campuran larutan Cu(II) dan Cr(VI) 50 ppm dengan pH 3; 4; 5; dan 6.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif yaitu menentukan besarnya konsentrasi ion logam Cu(II) yang terserap oleh serbuk kulit kacang tanah untuk mengetahui pengaruh pH dan penambahan ion Cr(VI) terhadap serapan Cu(II). Pengukuran besarnya konsentrasi Cu(II) yang terserap dilakukan setelah larutan sampel dikontakkan dengan adsorben serbuk kulit kacang tanah dengan waktu kontak selama 60 menit. Analisis konsentrasi Cu(II) terhadap pH dan penambahan ion Cr(VI) ini menggunakan instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Pada penentuan pengaruh pH terhadap serapan Cu(II) digunakan variasi pH 2; 3; 4; 5; 6 sebagai variabel bebas. Sedangkan variabel terikatnya adalah konsentrasi Cu(II) yang terjerap oleh adsorben serbuk kulit kacang tanah. Untuk mengetahui pengaruh pH terhadap daya adsorpsi Cu(II) oleh adsorben serbuk kulit kacang tanah maka dibuat grafik hubungan antara pH larutan dengan % Cu(II) yang terjerap.

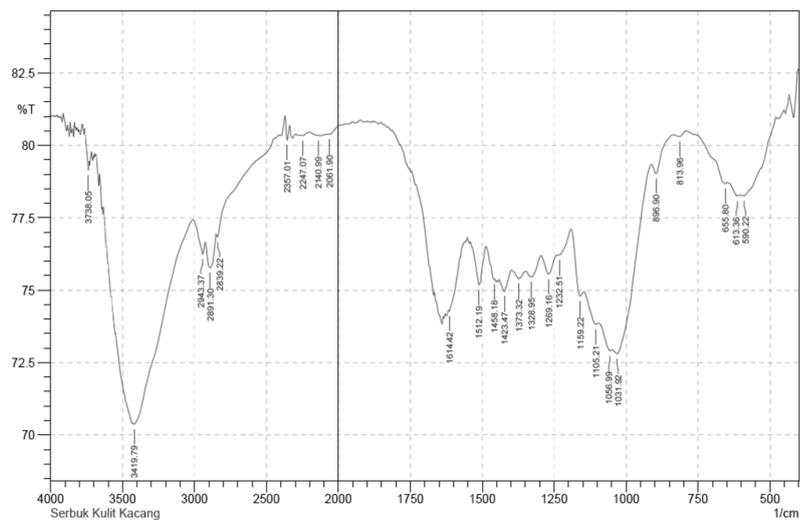
Pada penentuan pengaruh penambahan ion Cr(VI) terhadap serapan Cu(II) dilakukan pencampuran logam Cu(II) dan Cr(VI) sehingga konsentrasi masing-masing larutan logam pada campuran menjadi 50 ppm pada variasi pH 2; 3; 4; 5; 6 sebagai variabel bebas. Sedangkan variabel terikatnya adalah konsentrasi Cu(II) yang terjerap oleh adsorben serbuk kulit kacang tanah. Untuk mengetahui pengaruh penambahan ion Cr(VI) terhadap daya adsorpsi Cu(II) oleh adsorben serbuk kulit kacang tanah maka dibuat grafik hubungan antara pH larutan dengan % Cu(II) yang terjerap baik dengan penambahan ion Cr(VI) ataupun tidak.

Pada analisis selanjutnya adalah menentukan isoterm adsorpsi yang menunjukkan pola adsorpsi yang terjadi dengan menggunakan serbuk kulit kacang tanah. Karakterisasi adsorben serbuk kulit kacang tanah dilakukan dengan menggunakan instrumen FTIR untuk mengetahui struktur serbuk kulit kacang tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah serbuk kulit kacang tanah dapat dimanfaatkan sebagai adsorben ion logam Cu(II) sehingga dapat mengurangi pencemaran ion logam Cu(II) dalam limbah cair dan limbah kulit kacang tanah pada lingkungan. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh penambahan ion Cr(VI) terhadap serapan Cu(II) pada berbagai pH oleh serbuk kulit kacang tanah.

Kulit kacang tanah merupakan hasil samping dari pengolahan hasil pertanian yang mengandung selulosa (63,5%) dan lignin (13,2%). Selulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan penjerap, karena gugus-OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat, sehingga dapat dijadikan sebagai adsorben logam berat yang bermuatan positif. Gugus fungsi yang terdapat pada kulit kacang tanah diketahui dengan dilakukan analisis menggunakan instrumen FTIR dan diperoleh spektra sebagai berikut:



Gambar 1. Spektra FTIR Serbuk Kulit Kacang Tanah

Berdasarkan spektra FTIR yang telah diperoleh, diketahui bahwa di dalam serbuk kulit kacang tanah terdapat gugus $-OH$ (gugus hidroksi) yang dibuktikan dengan adanya puncak/serapan khas yang tajam dan melebar pada angka gelombang $3419,79\text{ cm}^{-1}$, merupakan vibrasi regangan (*stretching*) dari gugus $-OH$ yang terdapat pada struktur selulosa serbuk kulit kacang tanah dengan intensitas gugus $-OH$ pada serbuk kulit kacang tanah $78,262$. Gugus $C=O$ (karbonil) ditunjukkan adanya puncak/serapan pada angka gelombang $1614,42\text{ cm}^{-1}$, merupakan vibrasi regangan (*stretching*) dari aldehid dan keton. Gugus $-OH$ disertai dengan gugus karbonil menunjukkan pada adsorben serbuk kulit kacang tanah mengandung gugus asam karboksilat. Adanya gugus $C_{sp^3}-H$ ditunjukkan serapan pada $2891,30\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus metil ($-CH_3$) yakni pada serapan $1328,95\text{ cm}^{-1}$ dan gugus metilen ($-CH_2-$) pada serapan $1423,47\text{ cm}^{-1}$. Puncak yang terdapat pada angka gelombang $1056,99\text{ cm}^{-1}$ dan $1031,92\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus $C-H$ dan $C-O$ (Sastrohamidjojo, 2011). Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Qaiser, Saleemi, & Umar(2009), yang menyebutkan bahwa pada kulit kacang tanah mengandung gugus $-OH$, karbonil, $C-H$, dan $C-O$ yang merupakan gugus penting dalam proses adsorpsi.

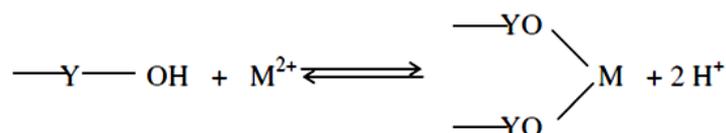
Adsorpsi Ion Logam $Cu(II)$ oleh Adsorben Serbuk Kulit Kacang Tanah

Adsorpsi merupakan proses penjerapan pada permukaan adsorben, dimana adsorben adalah zat yang mengadsorpsi sedangkan zat yang diadsorpsi disebut adsorbat. Dalam penelitian ini yang berperan sebagai adsorben adalah serbuk kulit kacang tanah sedangkan adsorbatnya adalah ion logam $Cu(II)$ dalam larutan. Adsorpsi terjadi karena adanya gaya tarik kearah dalam dari molekul-molekul pada permukaan zat padat dan zat cair (gaya adsorpsi) dimana zat yang diserap hanya pada permukaan.

Di dalam serbuk kulit kacang tanah terdapat gugus fungsi hidroksi($-OH$) sehingga antara serbuk kulit kacang tanah dengan ion logam $Cu(II)$ dapat terjadi gaya tarik ke arah permukaan serbuk kulit kacang tanah yang menyebabkan ion logam dapat terjerap.

Keputusan Menteri Pertanian No. 511 Tahun 2006 Tentang Jenis Komoditi

Tanaman Binaan Direktorat Jenderal Perkebunan, komposisi kulit kacang tanah terdiri atas 9,5% air, 3,6% abu, 8,4%, protein, 63,5% selulosa, 13,2% lignin, dan 1,8% lemak. Selulosa dan lignin ini berperan dalam mengokohkan tanaman. Selulosa memiliki gugus -OH yang berperan dalam proses adsorpsi secara kimia. Berikut adalah struktur dari selulosa. Adanya gugus -OH yang terdapat di dalam selulosa memungkinkan adanya penyerapan ion logam karena terjadi pertukaran ion. Berikut mekanisme yang mungkin terjadi:



Gambar 2. Mekanisme pertukaran kation dalam selulosa (Yantri, 1998)

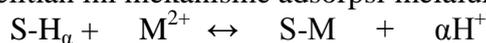
M^{2+} adalah ion logam, -OH adalah gugus hidroksil, dan Y adalah matriks tempat gugus -OH terikat. Interaksi antara gugus -OH dengan ion logam memungkinkan melalui mekanisme pembentukan kompleks koordinasi karena atom oksigen (O) pada gugus -OH mempunyai pasangan elektron bebas, sedangkan ion logam mempunyai orbital d kosong. Pasangan elektron bebas tersebut akan menempati orbital kosong yang dimiliki oleh ion logam, sehingga terbentuk suatu senyawa atau ion kompleks.

1. Penentuan Pengaruh pH Terhadap Serapan Cu(II) Pada Adsorben Serbuk Kulit Kacang Tanah

Penentuan pengaruh pH terhadap serapan Cu(II) dilakukan pada pH 2; 3; 4; 5; dan 6. Pemilihan rentang pH tersebut berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Qaiser et al.,2009) bahwa jika menggunakan pH lebih dari 6, logam akan mengendap. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada penelitian ini tidak digunakan pH di atas 6.

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses penyerapan ion logam berat oleh adsorben adalah derajat keasaman (pH), yang dapat menyebabkan perubahan sifat permukaan adsorben, sifat molekul adsorbat, perubahan komposisi larutan, dan mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan adsorben. Pada pH tinggi (kondisi basa) cenderung akan terjadi adsorpsi kation pada adsorben, sedangkan pada pH rendah (kondisi asam) cenderung terjadi adsorpsi anion.

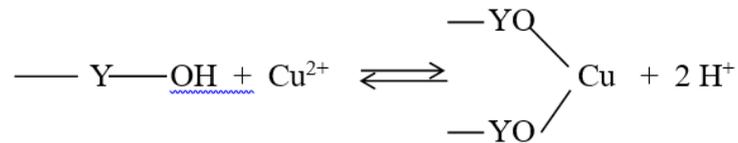
Pada penelitian ini mekanisme adsorpsi melalui pertukaran ion :



Dimana S-H mewakili situs adsorpsi permukaan adsorben, M^{2+} merupakan konsentrasi kesetimbangan ion logam, S-M adalah logam yang teradsorpsi pada serbuk biomassa, sedangkan α adalah koefisien protonik. Pada proses ini terjadi kompetisi antara ion H^+ dan ion logam terhadap situs pertukaran kation. Pada pH tinggi (konsentrasi ion H^+ makin kecil) kompetisi antara ion H^+ dengan ion logam menjadi berkurang sehingga jumlah logam yang teradsorpsi makin besar dibanding dengan pH rendah. Dari kedua model di atas menunjukkan bahwa adsorpsi logam pada permukaan adsorben

tergantung pada pH sehingga pH merupakan suatu variabel yang menentukan proses adsorpsi.

Berdasarkan mekanisme tersebut pengaruh pH terhadap adsorpsi Cu(II) dapat dijelaskan dengan metode pertukaran ion berikut:



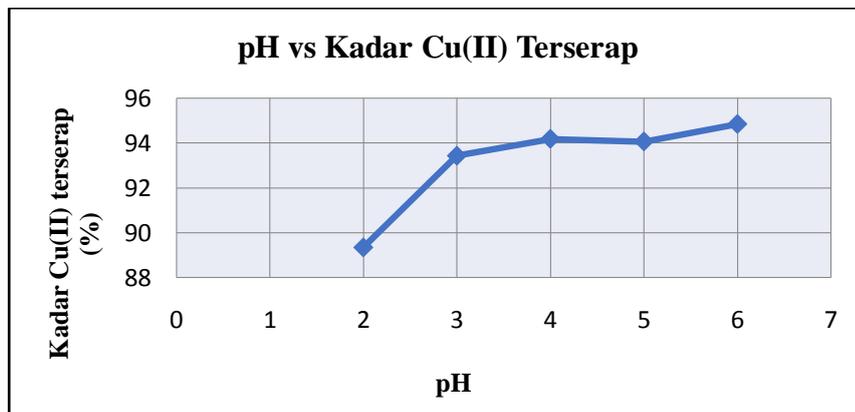
Gambar 3. Mekanisme Pertukaran Ion Logam Cu dalam Selulosa

Berikut adalah data hasil adsorpsi ion logam Cu(II) dengan menggunakan serbuk kulit kacang tanah pada penentuan pengaruh pH terhadap serapan Cu(II).

Tabel 1. Data pH terhadap Absorbansi Larutan Ion Logam Cu(II)

pH	Konsentrasi Awal Cu(II) (ppm)	Konsentrasi Akhir Cu(II) (ppm)	Konsentrasi Cu(II) Terserap (ppm)	Kadar Cu(II) Terserap (%)
2	48,647	5,181	43,466	89,349
3	49,678	3,266	46,412	93,425
4	50,245	2,926	47,319	94,176
5	51,186	3,039	48,147	94,062
6	53,815	2,779	51,036	94,836

Dari data di atas dapat dibuat grafik hubungan antara pH terhadap persentase kadar Cu(II) yang terserap sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Hubungan antara pH terhadap Persentase Kadar Cu(II) yang Terserap

Berdasarkan grafik hasil analisa, semakin besar pH adsorpsi terhadap logam semakin besar. Hal ini disebabkan karena pada pH rendah kandungan ion H^+ dalam larutan cukup tinggi. Ion H^+ dapat berkompetisi dengan ion Cu^{2+} dalam berikatan dengan gugus yang terkandung pada serbuk kulit kacang tanah yaitu —OH , sehingga pada pH rendah daya serap serbuk kulit kacang tanah terhadap logam Cu(II) kecil. Pada pH 2, adsorpsi Cu(II) oleh serbuk kulit kacang tanah menghasilkan persentase Cu(II) teradsorpsi paling kecil yaitu

sebesar 89,349%. Semakin bertambahnya pH, persentase Cu(II) teradsorpsi semakin bertambah, namun pada pH 5 terjadi sedikit penurunan yaitu dari 94,176% pada pH 4 menjadi 94,062% lalu mengalami kenaikan kembali pada pH 6 menjadi 94,836%.

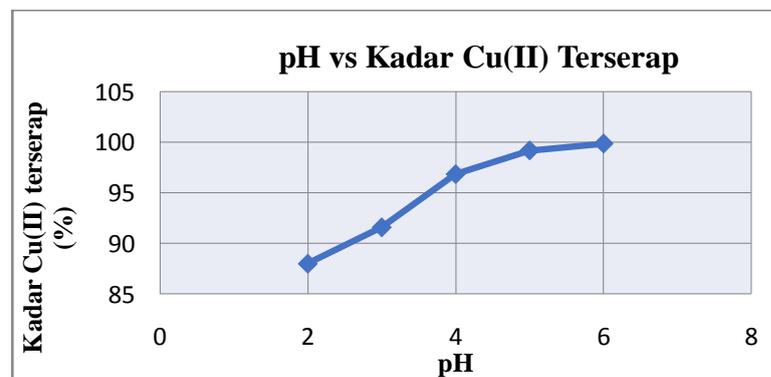
2. Penentuan Pengaruh pH Dan Penambahan Ion Cr(VI) Terhadap Serapan Cu(II) Pada Adsorben Serbuk Kulit Kacang Tanah

Penentuan pengaruh pH dan penambahan ion Cr(VI) terhadap serapan Cu(II) dilakukan pada pH yang sama yaitu 2, 3, 4, 5 dan 6. Perbedaan dengan percobaan sebelumnya yaitu pada penambahan larutan logam Cr(VI) pada masing-masing larutan logam Cu(II) pada pH tersebut. Data hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pH terhadap Absorbansi Larutan Ion Logam Cu(II) dengan Penambahan Ion Cr(VI)

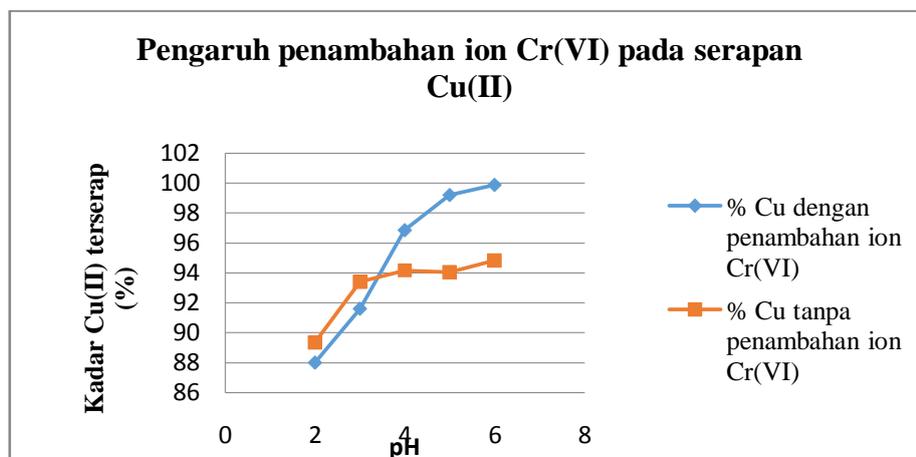
pH	Konsentrasi Awal Cu(II) (ppm)	Konsentrasi Akhir Cu(II) (ppm)	Konsentrasi Cu(II) Terserap (ppm)	Kadar Cu(II) Terserap (%)
2	51,367	6,168	45,199	7,992
3	50,562	4,252	46,310	1,590
4	51,707	1,634	50,073	6,839
5	53,260	0,433	52,827	9,187
6	51,786	0,070	51,716	9,864

Dari data di atas dapat dibuat grafik hubungan antara pH terhadap persentase kadar Cu(II) yang terserap sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Hubungan antara pH terhadap Persentase Kadar Cu(II) yang Terserap dengan Penambahan Ion Cr(VI)

Perbandingan kemampuan adsorpsi serbuk kulit kacang tanah terhadap Cu(II) dengan dan tanpa penambahan ion Cr(VI) dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:



Gambar 6. Grafik Pengaruh Penambahan Ion Logam Cr(VI) pada Serapan Cu(II)

Berdasarkan grafik perbandingan tersebut, menunjukkan bahwa semakin bertambah pH jumlah Cu(II) yang teradsorpsi semakin banyak. Pengaruh penambahan ion Cr(VI) secara signifikan hanya ditunjukkan pada pH di atas 3,5 hingga 6. Pada rentang pH 2 sampai 3,5 keberadaan Cr(VI) memperkecil daya serap serbuk kulit kacang tanah terhadap Cu(II). Namun pada pH 3,5 sampai 6 jumlah Cu(II) yang teradsorpsi menunjukkan kecenderungan meningkat, disebabkan karena adanya interaksi antara anion Cr(VI), kation Cu(II) dan gugus fungsional serbuk kulit kacang tanah.

Mekanisme yang mungkin dapat menjelaskan efek Cr(VI) pada adsorpsi Cu(II) adalah bahwa pada pH rendah konsentrasi H^+ tinggi sehingga gugus fungsional serbuk kulit kacang tanah yaitu $-OH$ lebih cenderung untuk mengikat ion Cr(VI) yang bermuatan negatif daripada ion Cu(II) yang bermuatan positif. Hal ini menyebabkan adanya kompetisi serapan antara ion Cu(II) dan ion Cr(VI), sehingga daya serap serbuk kulit kacang tanah terhadap ion Cu(II) menjadi berkurang. Sedangkan pada pH tinggi konsentrasi H^+ berkurang. Penambahan ion Cr(VI) pada larutan Cu(II) meningkatkan muatan negatif pada permukaan adsorben, sehingga dapat meningkatkan daya serap adsorben serbuk kulit kacang tanah terhadap Cu(II) yang bermuatan positif.

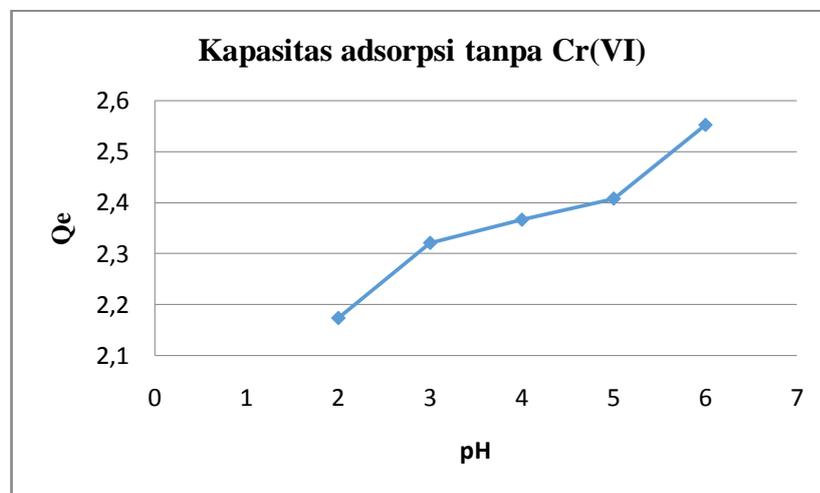
Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi dapat diartikan bahwa tiap gram adsorben serbuk kulit kacang tanah dapat mengadsorpsi x mg ion Cu(II). Pada penelitian ini, konsentrasi ion logam Cu(II) yang digunakan adalah 50 ppm. Maka pada saat pembacaan adsorbansi dengan instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), larutan Cu(II) perlu diencerkan terlebih dahulu hingga 10 kali pengenceran agar konsentrasi yang terbaca tidak melewati kurva kalibrasi (agar tidak terjadi penyimpangan hukum Lambert-Beer). Variasi pH yang digunakan 2; 3; 4; 5; 6 dan penambahan ion Cr(VI). Kapasitas adsorpsi dengan pH ditunjukkan sebagai berikut:

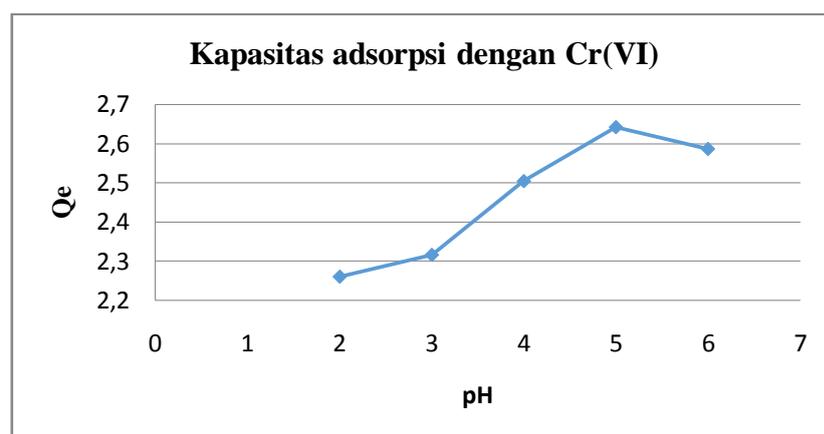
Tabel 3. Data Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi tanpa Cr(VI)		Kapasitas adsorpsi dengan Cr(VI)	
Ph	Massa terserap, Qe (mg/g)	pH	Massa terserap, Qe (mg/g)
2	2,1733	2	2,25995
3	2,3206	3	2,3155
4	2,36595	4	2,50365
5	2,40735	5	2,64135
6	2,5518	6	2,5858

Dari data di atas dapat diperoleh grafik hubungan kapasitas adsorpsi dengan pH sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Kapasitas Adsorpsi dengan pH Tanpa Penambahan Ion Cr(VI)



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Kapasitas Adsorpsi dengan pH dengan Penambahan Ion Cr(VI)

Hasil analisa menunjukkan untuk ion logam Cu(II) dengan variasi pH diperoleh kapasitas adsorpsi terbesar pada pH 6 yakni sebesar 2,5518 mg/g dan adsorpsi terkecilnya pada pH 2 yaitu 2,1733 mg/g, maka semakin besar

pH kapasitas adsorpsi serbuk kulit kacang tanah terhadap Cu(II) semakin besar pada rentang pH 2- 6. Sedangkan pada percobaan kedua dengan variasi pH dan penambahan ion Cr(VI) diperoleh kapasitas adsorpsi terbesar pada pH 5 yakni sebesar 2,64135 mg/g dan adsorpsi terkecilnya pada pH 2 yaitu 2,25995 mg/g. Besarnya kapasitas adsorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya pH, namun setelah mencapai pH 5 kapasitas adsorpsi menurun.

Pada data tersebut menyatakan bahwa semakin besar pH maka banyaknya ion logam yang terserap juga semakin banyak. Penambahan ion logam Cr(VI) juga berpengaruh pada kemampuan adsorpsi serbuk kulit kacang tanah terhadap ion logam Cu(II). Pada pH tinggi, kapasitas adsorpsi Cu(II) dengan penambahan ion Cr(VI) lebih besar daripada tanpa Cr(VI). Hal ini disebabkan karena Cr(VI) dapat meningkatkan muatan negatif pada sisi aktif permukaan adsorben serbuk kulit kacang tanah.

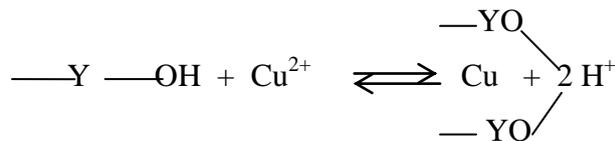
Analisis Isoterm Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Oleh Adsorben Serbuk Kulit Kacang Tanah

Isoterm adsorpsi adalah hubungan antara jumlah zat yang diadsorpsi dan tekanan kesetimbangan atau konsentrasi kesetimbangan pada temperatur tertentu (Sukardjo, 2002:191). Dalam penelitian ini jenis isoterm adsorpsi yang akan dianalisis ada 2, yaitu isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich. Penentuan pola isoterm menggunakan variasi pH tanpa penambahan ion Cr(VI) dan variasi pH dengan penambahan ion Cr(VI).

Isoterm adsorpsi Langmuir menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi adalah jenis adsorpsi kimia sedangkan isoterm adsorpsi Freundlich menunjukkan bahwa adsorpsi terjadi secara fisika. Dari kedua persamaan tersebut kemudian dibandingkan harga R^2 (koefisien korelasi) masing-masing. Persamaan dengan harga R^2 yang lebih besar maka persamaan itulah yang berlaku pada sistem adsorpsi yang dilakukan (Sivaprakash, Rajamohan, & Sadhik, 2010)

Data dan perhitungan untuk variasi pH ion Cu(II) tanpa penambahan ion Cr(VI) memberikan harga R^2 isoterm adsorpsi Langmuir lebih besar ($R^2=0,853$) daripada isoterm adsorpsi Freundlich ($R^2= 0,797$). Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi untuk variasi pH pada ion logam Cu²⁺ tanpa penambahan ion Cr(VI) terjadi secara kimia. Sedangkan untuk variasi pH ion Cu(II) dengan penambahan ion Cr(VI), harga R^2 isoterm adsorpsi Freundlich lebih besar ($R^2=0,720$) dibandingkan dengan isoterm Langmuir sebesar ($R^2=0,282$), yang menunjukkan bahwa proses adsorpsi terjadi secara fisika.

Proses adsorpsi yang terjadi untuk variasi pH pada ion logam Cu²⁺ tanpa penambahan ion Cr(VI) merupakan proses adsorpsi secara kimia dimana ion logam Cu²⁺ berinteraksi dengan gugus -OH yang terdapat dalam selulosa dari serbuk kulit kacang tanah. Dalam proses tersebut Cu²⁺ menstabilitas atom H⁺ pada gugus -OH, berikut mekanisme reaksi yang mungkin terjadi:



Gambar 9. Mekanisme reaksi adsorpsi ion logam Cu^{2+}

Mekanisme reaksi tersebut maka dapat diketahui bahwa terjadi reaksi antara ion logam Cu^{2+} dengan gugus —OH pada serbuk kulit kacang tanah sehingga ion logam Cu^{2+} dapat berinteraksi dengan serbuk kulit kacang tanah membentuk senyawa. Interaksi inilah yang menyebabkan ion logam Cu^{2+} dalam larutan dapat mengalami penurunan (terjadi proses adsorpsi secara kimia).

Proses adsorpsi yang terjadi untuk variasi pH pada ion logam Cu(II) dengan penambahan ion Cr(VI) merupakan proses adsorpsi secara fisika. Adsorpsi fisika merupakan adsorpsi yang disebabkan oleh gaya van der Waals yang ada pada permukaan adsorben. Jadi dapat dijelaskan bahwa terserapnya ion logam Cu^{2+} dalam serbuk kulit kacang tanah dengan penambahan ion Cr(VI) karena adanya gaya Van Der Waals (gaya elektrostatis) yaitu gaya tarik-menarik antara molekul dalam senyawa. Gaya ini timbul akibat adanya dipol-dipol yang muatannya berlawanan yaitu gugus —OH yang bermuatan negatif dengan ion logam Cu^{2+} . Penambahan ion Cr(VI) mengakibatkan bertambahnya muatan negatif pada sisi aktif serbuk kulit kacang tanah, sehingga menyebabkan adanya tarikan antara ion logam Cu^{2+} dengan molekul adsorben yaitu —OH .

Proses adsorpsi pada kedua perlakuan mengikuti pola/ persamaan isoterm adsorpsi yang berbeda. Ketika ion Cu(II) tidak dipengaruhi keberadaan Cr(VI) terserap secara kimia, dalam proses tersebut Cu(II) menstabilitas atom H^+ pada gugus —OH . Sedangkan saat ion Cu(II) dipengaruhi keberadaan Cr(VI) terserap secara fisika. Hal ini disebabkan karena gaya van der Waals yang timbul akibat adanya muatan yang berlawanan, terlebih dengan penambahan ion Cr(VI) dapat menambah muatan negatif pada sisi aktif adsorben serbuk kulit kacang tanah, sehingga akan menambah daya tarik menarik antara molekul dalam senyawa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1) serbuk kulit kacang tanah dapat digunakan sebagai adsorben ion logam Cu(II) , 2) semakin besar pH daya serap serbuk kulit kacang terhadap logam Cu(II) semakin meningkat, daya serap terbesar pada pH 6 yaitu sebesar 94,836%, 3) pada pH diatas 3,5 penambahan ion logam Cr(VI) memperbesar daya serap serbuk kulit kacang tanah terhadap logam Cu(II) , sedangkan pada pH dibawah 3,5 cenderung memperkecil daya serap adsorben terhadap Cu(II) , daya adsorpsi terbesar pada pH 6 yaitu sebesar 99,864%, 4) jenis adsorpsi oleh serbuk kulit kacang tanah yang terjadi untuk variasi pH tanpa penambahan ion logam Cr(VI) adalah adsorpsi

kimia, sedangkan jenis adsorpsi untuk variasi pH dengan penambahan ion logam Cr(VI) adalah adsorpsi fisika.

Saran

Saran sebagai kelanjutan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1)perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memperoleh adsorben yang lebih efektif untuk mengadsorpsi ion logam Cu(II) atau logam lain yang berbahaya, 2)mengaplikasikan adsorben serbuk kulit kacang tanah pada limbah cair terutama pada limbah yang mengandung logam Cu(II) agar dapat mengurangi pencemaran logam pada lingkungan air, 3)perlu dilakukan aktivasi adsorben serbuk kulit kacang tanah, agar hasil serapan terhadap logam lebih optimum, 4)perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai adsorpsi ion logam Cu(II)dengan variasi yang lain, misalnya waktu kontak, massa adsorben, 5)perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan ion Cr(VI) terhadap serapan ion Cu(II) dengan variasi lain, misalnya variasi konsentrasi Cr(VI).

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, D. dan Damayanti,A. (2007). *Studi Kemampuan Khitosan Sebagai Biosorben Logam Berat (Pb) Dalam Air Limbah Dengan Variasi pH Awal*. Makalah Seminar Nasional Manajemen Teknologi III. Program Studi MMT-ITS. Surabaya.
- Johnson, T.A., Jain, N dan Prasad,S (2008). Agricultural and agro-processing wastes as low cost adsorbents for metal removal from waste water. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 67, 647-658.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Peraturan Daerah. (2012). *Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri*. Jawa Tengah.
- Periasamy, K., Srinivasan, K., dan Murugan, P.K. (1993). Studies on chromium (VI) removal by activated groundnut husk carbon. *Indian J. Environ. Health* 33, 433–439.
- Qaiser, S., Saleemi, A. R., & Umar, M. (2009). Biosorption of lead (II) and chromium (VI) on groundnut hull: Equilibrium, kinetics and thermodynamics study. *Electronic Journal of Biotechnology*, 12(4), 3–4.
- Saleh, N. (2011). Karakteristik dan Pengaruh Ion Ca^{2+} pada Adsorpsi Ion Bikromat oleh Humin. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(2), 22-27.
- Sastrohamidjojo., H. (2011). *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Sivaprakash, B., Rajamohan, N., & Sadhik, A. M. (2010). Batch And Column Sorption Of Heavy Metal From Aqueous Solution Using A Marine Alga *Sargassum Tenerrimum*. *Int J Chem Tech Res*, 2(1), 155–162.

Sukardjo. (2002). *Kimia Fisika*. Jakarta: Rineka Cipta.

Sutamihardja, R.T.M., Adnan, K., & H.S. Sanusi. (1982). *Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya*. Bogor. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.

Yantri N, K. (1998). *Pemanfaatan Jerami Padi (Oryza Sativa) Sebagai Bahan Penyerap Ion Cu^{2+} , Cd^{2+} Dan Pb^{2+} Pada Limbah Pencelupan Perusahaan Garmen*. Skripsi. PSP Kimia Jurusan MIPA. STKIP Negeri Singar.