

PENJERAPAN ION TIMBAL OLEH TANAH GAMBUT SECARA DINAMIS

Silvia Reni Yenti, Zultiniar

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru

Abstraks

Kemajuan industri merupakan suatu masalah yang dapat menimbulkan dampak negatif yaitu meningkatkan pencemaran lingkungan yang dapat membahayakan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Keberadaan logam berat di lingkungan merupakan suatu masalah yang perlu mendapat perhatian karena adanya ion-ion logam berat dalam limbah industri merupakan objek penelitian dalam bidang kimia analitik. Proses penyerapan material biologi dapat dipercaya terjadi melalui proses sorpsi yang melibatkan gugus fungsi yang berhubungan dengan protein, polisakarida dan bio molekuler lain yang ditemukan pada sel atau dinding sel, hasil pertanian dan limbahnya telah banyak digunakan sebagai material penyerap senyawa beracun karena adanya gugus fungsi tertentu dan juga relatif murah (Munaf dan Rahmiana, 1997). Tanah gambut dengan berbagai kandungan gugus fungsinya berfungsi menyerap logam berat dan dapat digunakan sebagai penyerap. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari kemampuan tanah gambut dalam menyerap ion Timbal serta mencari kondisi optimum dari penyerapan gambut terhadap ion Timbal. Penelitian ini dilakukan secara dinamis dengan menggunakan sistem kolom. Adapun variabel yang akan diuji yaitu variasi pH, laju alir, dan variasi konsentrasi. Dari hasil analisa dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), didapat bahwa gambut yang digunakan sebagai adsorben mempunyai daya jerap yang bagus dimana untuk variasi pH penyerapan yang optimum terhadap ion Timbal terjadi pada pH 4 dengan efisiensi penyerapannya sebesar (90,47%), untuk variasi laju alir penyerapan optimum terjadi pada laju alir 7 dengan efisiensi penyerapannya sebesar (80,80%), dan untuk pengaruh konsentrasi penyerapan optimum terjadi pada konsentrasi 11 ppm dengan efisiensi penyerapannya sebesar (88,35%).

Kata kunci : Adsorpsi, Gambut, Ion Timbal.

Pendahuluan

Perkembangan dunia industri banyak memberikan dampak terhadap kehidupan manusia, Dampaknya yaitu meningkatkan pencemaran lingkungan yang dapat membahayakan kehidupan manusia dan makhluk hidup. Bahan pencemar yang sering menjadi perhatian adalah ion-ion logam berat. Hal ini disebabkan karena ion-ion bersifat toksik meskipun pada konsentrasi yang rendah dan umumnya sebagai polutan utama bagi lingkungan (Suardana, 2008). Ion-ion logam berat seperti Timbal sangat berbahaya bagi manusia sebab Timbal cenderung untuk berakumulasi dalam tubuh khususnya pada jaringan syaraf pusat (Palar H, 1994). Dalam air alami konsentrasi Timbal direkomendasikan WHO (World Health Organization) di bawah 10 mg/L. Dengan

demikian, keberadaan ion Timbal dalam air harus diupayakan agar tidak melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan (Alamansa, 2004).

Logam berat dalam limbah industri dapat dipisahkan dengan berbagai cara seperti pengendapan kimia, elektrodeposisi, ekstraksi pelarut, ultrafiltrasi dan penukaran ion. Metode adsorpsi dan pembentukan kompleks juga telah digunakan. Adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif telah umum digunakan sebagai bahan penjerap polutan tetapi sayang sekali harganya relatif mahal (Gicquel, 1997).

Biomaterial seperti ganggang, lumut, sekam padi, telah diuji dan digunakan sebagai penjerap logam-logam berat dalam air limbah dan menunjukkan efisiensi yang besar (munaf dan zein, 1997). Gambut merupakan bahan yang dihasilkan dari pembusukan tumbuhan yang sudah mati. Gambut mengandung bahan organik tinggi terdiri dari akumulasi sisa vegetasi yang sudah mengalami humifikasi tetapi belum mengalami netralisasi. Unsur-unsur pembentuk utama gambut adalah unsur organik yang terdiri atas karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen serta sedikit senyawa an-organik.

Unsur-unsur organik akan membentuk rantai molekul yang besar terdiri dari asam humat, humin, karbohidrat, lignin, lilin dan protein. Dengan adanya gugus fungsi tersebut tanah gambut mempunyai kemampuan penjerapan yang tinggi terhadap ion logam. Pada penelitian ini gambut digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan ion Timbal yang terdapat dalam tanah gambut. Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda dinamis, konsentrasi ion Timbal yang terjerap oleh adsorban pada semua perlakuan diukur dengan spektrofotometer serapan atom.

Tinjauan Pustaka

Gambut merupakan suatu bahan yang dihasilkan dari pembusukan tumbuhan-tumbuhan yang sudah mati. Secara geologi gambut dianggap sebagai batu bara muda. Komposisi dan jenis gambut berhubungan erat dengan jenis tumbuhan pembentuknya dan tergantung pada tingkat perubahan yang terjadi selama proses pembentukan.

Indonesia memiliki lahan gambut terluas di antara negara tropis, yaitu sekitar 21 juta ha, yang tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan dan Papua (BB Litbang SDLP, 2008). Sebesar 6,2 juta ha terdapat di Sumatera, sementara 4,044 juta ha diantaranya

terdapat di Provinsi Riau, sekitar 45 % dari luas total Provinsi Riau (Fahmuddin dan Subiksa, 2008).

Profil tanah gambut dicirikan oleh lapisan-lapisan gambut yang jenuh air, berwarna gelap, hitam, atau coklat tua kehitaman. Sifat-sifat fisik dan kimia gambut, tidak saja ditentukan oleh tingkat dekomposisi bahan organik, tetapi juga oleh tipe vegetasi dari mana bahan organik aslinya berasal.

Sedangkan untuk sifat-sifat kimia gambut itu sendiri adalah nilai kemasaman tanah (pH), kadar unsur hara makro (N, P, dan K), kejenuhan basa, kadar aluminium (Al), dan kadar abu (Gunawan, 2006). Gambut juga terdiri dari mineral yang rendah dengan bahan organik lebih dari 90%, secara kimiawi gambut bersifat asam (pH di bawah 4). Di Sumatera, pH gambut berkisar 3,42 – 4,3. Komponen utama gambut terdiri dari lignin dan selulosa (hingga 95 %), hemiselulosa dan protein. Di samping itu, terdapat juga sejumlah kecil derivat asam fenolat (DPA) sekitar 0,8 - 3% (Riwandi, 2003).

Unsur pembentuk gambut utama adalah unsur organik yang terdiri dari karbon, oksigen, hidrogen dan nitrogen serta sedikit senyawa anorganik seperti silium, kalsium dan magnesium. Unsur-unsur organik akan membentuk rantai molekul besar terdiri dari asam humat, asam fulfat, humin, karbohidrat, lignin, lilin, protein serta banyak senyawa organik lainnya.

Senyawa Humat merupakan fraksi organik besar yang terdapat dalam tanah. Definisi senyawa humat adalah suatu kelompok senyawa yang terjadi secara alamiah, biogenik, merupakan sunstansi organik heterogen, berwarna kuning hitam, memiliki berat molekul yang tinggi dan refraktori. Berdasarkan dari kemampuannya untuk melarut fraksi di dalam senyawa humat dibedakan atas tiga: humin, merupakan senyawa humat yang tidak dapat larut dalam air dalam berbagai kondisi pH; asam humat, tidak larut dalam air dengan pH rendah tetapi larut dalam pH tinggi dan yang terakhir fraksi fulfat larut dalam air. Dari tiga kelompok senyawa yang tergolong senyawa humat, humin; asam humat dan asam fulfat, yang lebih dominan dalam publikasi adalah asam humat dan asam fulfat. Senyawa humat merupakan fraksi organik tanah yang mengalami humifikasi. Senyawa ini lebih dikenal dengan humus yang merupakan suatu kompleks ligno-protein atau suatu kompleks asam amino-lignin yang mengandung kira-kira sebanyak 45 % lignin, 35 % asam amino, 11 % karbohidrat, 4 % selulosa, 7 % hemiselulosa, lemak, lilin resin 3 % dan campuran bahan lain sebesar 6 %. Umur dan komposisi humus tergantung pada asal dan

lingkungannya. Diantara fraksi humus maka asam humat dianggap sebagai fraksi paling tua dan tahan.

Timbal adalah ion logam berat divalen yang bersifat racun. Sifat racun ini diakibatkan mudahnya ion Timbal berikatan dengan gugus fungsi yang terdapat pada protein, karbohidrat dan lemak. Proses masuknya Timbal ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalan yaitu minuman dan makanan, udara dan perembesan pada lapisan kulit. Gejala yang diakibatkan dari keracunan ion Timbal adalah kurangnya nafsu makan, kejang, muntah dan pusing-pusing. Timbal dapat juga menyerang susunan saraf dan mengganggu sistem reproduksi, kelainan ginjal, dan kelainan jiwa (Palar, H, 1994).

Ion Timbal dapat masuk ke lingkungan perairan melalui limbah kegiatan industri yang menggunakan Timbal sebagai bahan bakunya seperti pabrik aki, gelas, pemoles keramik, semen, korek api, ban, cat pelindung logam. Cemaran Timbal dalam perairan juga dapat dihasilkan dari kegiatan pertambangan, peleburan logam dan korosi pipa saluran air (Connel dan Miller, 1995).

Adsorpsi merupakan suatu proses pemisahan dimana molekul-molekul gas atau cair dijerap oleh suatu padatan. Pengikatan molekul oleh padatan terjadi secara reversibel. Pada proses adsorpsi terdapat dua komponen yaitu adsorbat sebagai zat yang dijerap dan adsorben sebagai zat yang menjerap. Berdasarkan pengikatan yang terjadi antara molekul dan permukaan, adsorpsi diklasifikasikan dua tipe yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia (Amri, A, 2002). Adsorpsi fisika terjadi terutama karena adanya gaya tarik antar molekul zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari pada gaya tarik antara molekul dengan pelarutnya, maka zat terlarut tersebut akan diadsorpsi, sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Adsorpsi fisika dapat berlangsung di bawah temperatur kritis adsorbat yang relatif rendah sehingga panas adsorpsi yang dilepaskan juga rendah yaitu sekitar 5 – 10 kkal/gr-mol gas, lebih rendah dari panas adsorpsi kimia.

Sedangkan adsorpsi kimia terjadi karena adanya reaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben dimana terbentuk ikatan kovalen dengan ion. Umumnya terjadi pada temperatur tinggi di atas temperatur kritis adsorbat, sehingga panas adsorpsi yang dilepaskan juga tinggi, yaitu sekitar 10-100 kkal/gr-mol. Energi aktivasi pada adsorpsi kimia berkisar antara 10 – 60 kkal/gr-mol.

Faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu jenis adsorben, dimana pemilihan adsorben pada proses adsorpsi sangat mempengaruhi daya jerap adsorben. Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh adsorben adalah berpori, aktif dan murni, tidak bereaksi dengan Adsorbat serta mempunyai permukaan yang luas.

Adsorben yang digunakan secara komersial dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok polar dan non polar (Suzuki M, 1990). Adsorben polar disebut juga *hydrophilic*. Jenis adsorben yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah silika gel, alumina aktif dan zeolit. Sedangkan adsorben non-polar disebut juga *hydrophobic*. Jenis adsorben yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah polimer adsorben dan karbon aktif.

Mulyati (2006), menerangkan beberapa karakteristik yang harus dimiliki oleh adsorben untuk dapat menjadi adsorben komersial adalah memiliki luas permukaan yang besar per unit massa sehingga kapasitas adsorpsinya tinggi, ketahanan struktur fisiknya tinggi, mudah diperoleh, harga tidak mahal, tidak korosif, tidak beracun, tidak terjadi perubahan volume yang berarti selama proses adsorpsi dan desorpsi, mudah dan ekonomis untuk diregenerasi dan secara ilmiah dapat berinteraksi dengan adsorbat.

Metode Penelitian

Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: AAS (spektrofotometer jerapan atom), Pengayak, Kolom Gelas, Neraca Analitik, pH meter, Infus dan perlengkapan laboratorium lainnya, bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kapas, Timbal Nitrat, Asam Nitrat, Aquadest, Tanah gambut, Asam Asetat dan Amonium Hidroksida.

Variabel Penelitian

Konsentrasi larutan Timbal : 3, 5, 7, 9, 11, 13 ppm; pH larutan : 3, 4, 5, 6 dan 7; Laju alir : 3, 5, 7, 9, dan 11 ml/ menit

Prosedur Penelitian

Gambut yang digunakan pada penelitian ini diambil dari daerah Srikandi, Pekanbaru dengan teknik pengambilan 5 titik dan kedalaman $\frac{1}{2}$ meter dan di homogenkan terlebih dahulu, tanah gambut dibersihkan dari kotoran-kotoran pengganggu seperti pasir, batu dan

sebagainya dan di keringanginkan selama 7 hari. Kemudian, diaktivasi menggunakan asam nitrat dengan cara merendam gambut kedalam larutan asam nitrat selama 24 jam kemudian dicuci beberapa kali menggunakan aquadest hingga pH netral dan dikeringkan pada temperatur kamar kurang lebih 4 hari kemudian digerus dan diayak menggunakan ayakan yang berukuran 200 mesh. Material siap digunakan sebagai adsorben dalam penelitian ini.

- **Penentuan Kondisi Optimum Penjerapan**

Untuk mengetahui daya jerap gambut terhadap ion Timbal dilakukan dengan cara dinamis yaitu menggunakan kolom berdiameter 1 cm dan panjang 15 cm dengan mengalirkan adsorbat ke dalam kolom yang berisi adsorben sebanyak 1 gram sehingga senyawa-senyawa tertentu akan terjerap oleh adsorben, filtratnya ditampung, selanjutnya diukur menggunakan AAS. Beberapa variabel yang dipelajari adalah pengaruh pH, laju alir, serta pengaruh konsentrasi dari ion Timbal yang akan diuji.

- **Penentuan pH Optimum**

Adsorben dengan ukuran partikel tertentu ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian dimasukkan ke dalam kaca arloji dan basahkan dengan aquadest pH-nya sama dengan larutan timbal yang telah diatur menggunakan larutan buffer yang berfungsi untuk mempertahankan pH, kemudian dimasukkan ke dalam kolom. Alirkan larutan Timbal dengan konsentrasi 13 ppm yang telah diatur pH-nya dengan variasi pH 3, 4, 5, 6, dan 7 ke dalam kolom tanpa disirkulasi kembali, kemudian efluenya ditampung masing-masing sebanyak 10 ml lalu diukur dengan AAS.

- **Penentuan Laju Alir Optimum**

Adsorben ditimbang sebanyak 1 gram dibasahkan dengan aquadest pH optimum. Kemudian, Alirkan larutan Timbal konsentrasi 13 ppm dengan pH optimum dengan laju alir 3, 5, 7, 9 dan 11 mL/menit ke dalam kolom, efluenya ditampung masing-masing 10 ml kemudian diukur menggunakan AAS.

- **Pengaruh Variasi Konsentrasi dari ion Timbal**

Adsorben dengan ukuran partikel tertentu ditimbang sebanyak 1 gram, dan dimasukkan ke dalam kaca arloji kemudian dibasahkan dengan aquadest pada pH optimum, setelah itu masukan ke dalam kolom. Alirkan larutan Timbal dengan konsentrasi masing-masing 3, 5, 7, 9, 11, dan 13 ppm pada pH yang dan laju alir optimum ke dalam kolom, setelah itu efluenya ditampung masing-masing 10 ml dan diukur dengan AAS.

- Pengamatan dan Pengumpulan Data

Penjerapan ion logam diukur dengan AAS, efisiensi penjerapan dihitung dari konsentrasi awal sebelum dimasukan ke kolom di kurangi konsentrasi setelah dilewatkan ke kolom dibagi konsentrasi awal dikali 100 %.

$$Efisiensi (\%) = \frac{C1 - C2}{C1} \times 100 \%$$

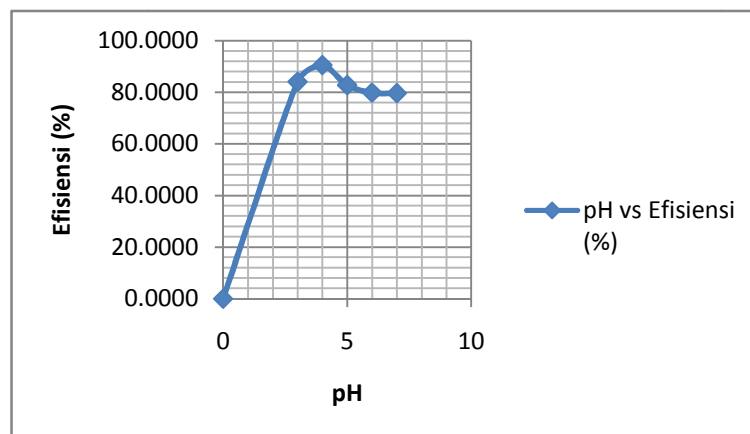
Keterangan : C1 = Konsentrasi
C2 = Konsentrasi Akhir

Hasil Dan Pembahasan

Kondisi optimum penjerapan ion Timbal oleh tanah gambut

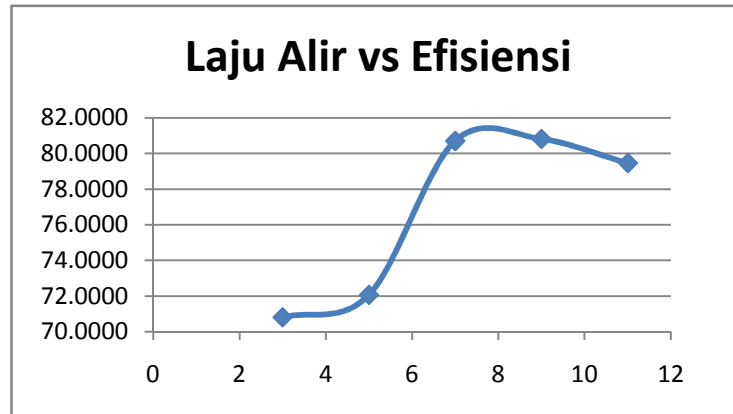
Pengaruh pH larutan ion logam timbal terhadap penyerapan oleh tanah gambut

Daya jerap gambut dipengaruhi oleh pH ion logam. pH merupakan daya jerap optimum gambut seperti terlihat dalam Gambar 1. Untuk logam timbal pada pH 4 terjadi penjerapan optimum, daya jerap berkurang karena tanah gambut pada pH rendah karena akan terprotonasi sehingga komponen utama yang aktif sebagai penjerap akan dikelilingi oleh ion H⁺ yang menghalangi ion logam untuk berinteraksi dengan gambut.



Gambar 1. Kurva pengaruh pH larutan ion Timbal terhadap efisiensi penyerapan dengan ukuran tanah gambut 200 mesh

Penentuan Laju Alir Optimum

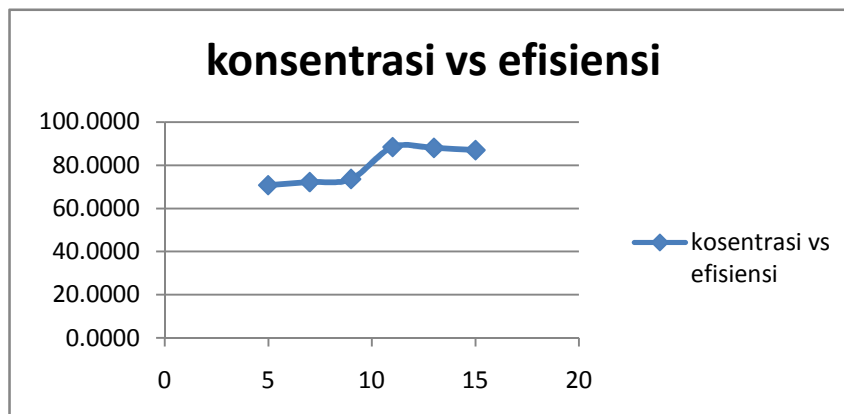


Gambar 2. Kurva pengaruh laju alir pada adsorpsi ion Timbal

Gambar 2. menunjukkan bahwa laju alir mempengaruhi daya jerap adsorben terhadap ion Timbal. Semakin cepat laju alir larutan ion Timbal maka interaksi yang terjadi antara adsorben dengan larutan semakin lama sehingga jumlah ion logam yang dijerap bertambah. Sebaliknya, semakin lambat laju alir larutan ion Timbal maka waktu interaksi yang terjadi antara ion Timbal berkurang sehingga jumlah ion logam yang dijerap akan semakin berkurang.

Pengaruh Konsentrasi

Pada gambar 3. Memperlihatkan bahwa semakin besar konsentrasi ion Timbal maka efisiensi penyerapan semakin baik, karena semakin tinggi konsentrasi maka jumlah mol akan semakin besar, dimana permukaan aktif dari adsorben masih cukup ditempati oleh ion logam, namun pada kondisi tertentu efisiensi akan konstan karena terjadi penenuhan pada material penjerap.



Gambar 3. kurva pengaruh konsentrasi pada adsorpsi ion Timbal

Penutup

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap penjerapan ion Timbal dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum penyerapan Timbal oleh tanah gambut dengan metode dinamis pada ukuran partikel tanah gambut 200 mesh, pH ion logam 4, konsentrasi ion logam 11 ppm, laju alir 7 ml/menit. Pada kondisi optimum tersebut diperoleh efisiensi penyerapan ion logam dengan metode dinamis sebesar 88,35%. Dapat dikatakan bahwa tanah gambut dapat digunakan sebagai bahan penjerap ion Timbal sebagai adsorben alternatif.

Saran

Saran kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian aplikasi, dengan mengambil sampel yang ada di alam, dengan menggunakan variabel yang lebih bervariasi.

Daftar Pustaka

- Alamansa, C, dkk, 2004, Adsorption of methane into ZnCl₂-activated carbon derived discs, Micropor, Mesopor, Mater.185
- Amri, A, 2002, *Keseimbangan Adsorpsi Sistem Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) dengan Zeolit Alam Terimpregnasi 2-Merkaptobenzenotiazol*, Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Connel, D.W dan G.J. Miller. 1995. *Kimia dan ekotoksikologi pencemaran*. UI Press, Jakarta. 520 hlm.
- Fahmuddin, A., dan Subiksa,I.G.M, 2008, *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*, Balai Penelitian Tanah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Gunawan., 2006. *Gambut dan ekologi gambut rawa*, Laporan Penelitian Jurusan Biologi Universitas Riau, Pekanbaru.
- Munaf dan zein, 1997, Pencemaran logam berat dalam air limbah, Laporan Penelitian Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Andalas, Padang.
- Palar, H, (1994), *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta. Hal 43 dan 74.



Riwandi, 2003, *Indikator Stabilitas Gambut Berdasarkan Analisis Kehilangan Karbon Organik, Sifat Fisiko Kimia dan Komposisi Bahan Gambut*, Jurnal Penelitian Vol IX No.1, Universitas Bengkulu

Suardana,I.N., (2008), *Optimalisasi Daya Adsorpsi Zeolit Terhadap Ion Kromium (iii)*,