

Pemurnian Larutan Sodium Klorat Dari Pengotor Kromat Dengan Metode *Ion Exchange*

Oleh:
Anita Pinalia*
M. Fakhur Rosyidi**

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pemurnian larutan sodium klorat dari pengotor kromat yang diperoleh dari hasil elektrolisis di Laboratorium Ammonium Perchlorat LAPAN. Penghilangan kromat dilakukan dengan metode ion exchange. Ion dalam resin menangkap ion kromat yang ada di dalam larutan sodium klorat dengan cara melewati larutan sodium klorat pada kolom yang berisi resin lewat MP-62. Penelitian ini dilakukan dalam rangka mencari alternatif proses pemurnian sodium klorat yang lebih ramah lingkungan, karena metode pengendapan yang selama ini digunakan di LAPAN menghasilkan limbah krom yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu metode ini juga dapat mengurangi biaya produksi ammonium perklorat. Karena, melalui proses yang lebih lanjut kromat yang teradsorpsi dapat diambil kembali sehingga dapat di-recycle pada proses elektrolisis. Pada penelitian ini, banyaknya kromat yang teradsorpsi oleh resin yaitu sebesar 72,85 % dari total kromat awal sebanyak 66,55 mg/L.

Kata kunci: Kromat, Sodium Klorat, Penukar Ion

Abstract

Research of removal chromate compounds from sodium perchlorate solution obtained from the electrolysis in the laboratory of Ammonium Perchlorate LAPAN has done. Research is done by using ion exchange method. Ions in resin catch chromate ions by passing a solution of sodium perchlorate in the resin lewat MP-62 column. The research was conducted in order to find sodium chlorate alternative purification process is more environmentally friendly, because the deposition method that has been used at LAPAN produce chrome waste that is harmful to the environment. Moreover, this method can also reduce the cost of production of ammonium perchlorate. Because, through further processes can be recover of adsorbed chromate so it can be recycled to the electrolysis process. In this research, the amount of chromate adsorbed by the resin is equal to 72.85% of the total chromate feed as 66.55 mg/L.

Keywords: Chromat, Sodium Chlorat, Ion Exchange

1. PENDAHULUAN

Sodium klorat (NaClO_3) merupakan bahan antara pada pembuatan ammonium perklorat, yang dihasilkan dari proses elektrolisis natrium klorida (NaCl). Dalam prosesnya, kromat biasanya ditambahkan ke dalam elektrolit (dalam bentuk $\text{sa}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) untuk meningkatkan efisiensi produksi klorat. Penambahan itu dipercaya dapat menghindari elektroreduksi OCl^- dan ClO_3^- yang terbentuk di anoda (reaksi 8) dan untuk membuat larutan menjadi buffer pada pH yang mendekati optimal 6,6. Dengan cara ini efisiensi arus dapat mencapai 100% (Setyaningsih, 2009).

Dalam proses pembuatan ammonium klorat, larutan sodium klorat hasil elektrolisis perlu dimurnikan dari pengotor kromat. Kromat yang ada dalam larutan sodium klorat hasil elektrolisis perlu dihilangkan karena akan mengganggu pada proses pembentukan ammonium klorat. Kandungan kromat yang dapat ditoleransi untuk proses pembentukan ammonium klorat sebesar $< 10\text{ppm}$. Di samping itu kromat adalah bahan yang berbahaya apabila terikut dalam *effluent* limbah karena akan menjadi limbah yang beracun (Setyaningsih, 2009).

Pada laboratorium LAPAN, proses penghilangan kromat dilakukan dengan proses pengendapan, dengan mengubah kromat valensi 6 menjadi kromat valensi 3 dengan cara penambahan NaOH sehingga larutan menjadi basa, kemudian kromat valensi 3 diendapkan dengan menambahkan garam barium (BaCl_2) (Setyaningsih, 2009). Hasil pengendapan ini kemudian disimpan dalam tangki penampung dan membutuhkan pengolahan limbah yang lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan, sementara hingga saat ini LAPAN belum memiliki sistem pengolahan limbah.

Proses penghilangan kromat dengan cara pengendapan yang selama ini dilakukan, dinilai kurang efektif. Hal ini dikarenakan hasil endapan yang mengandung kromat valensi 3 tidak dapat

* Peneliti Bidang Teknologi Propelan, Pusat Teknologi Roket, LAPAN

** Perakayasa Bidang Teknologi Propelan, Pusat Teknologi Roket, LAPAN

digunakan kembali dan menjadi limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Krom valensi 3 dengan adanya oksidator tertentu dan kondisi lingkungan yang memungkinkan akan teroksidasi menjadi krom valensi 6.

Selain itu metode penghilangan kromat dengan cara pengendapan menjadikan biaya produksi ammonium perklorat lebih mahal. Hal ini dikarenakan harga kromat yang mahal dapat terbuang menjadi limbah dalam proses pengendapan. Oleh karena itu diperlukan alternatif proses yang dapat menghemat biaya produksi dan lebih ramah lingkungan.

Pada penelitian ini dilakukan proses penghilangan kromat dari larutan sodium klorat dengan metode *ion exchange*. Proses ini bertujuan untuk memperbaiki proses yang selama ini dilakukan di LAPAN dalam pembuatan amonium perklorat, yaitu sistem pengendapan dengan penambahan $BaCl_2$ yang dianggap terlalu mahal dan berbahaya terhadap lingkungan. metode *ion exchange* diharapkan mampu menjadikan biaya pembuatan amonium perklorat lebih ekonomis. Hal ini berdasarkan hasil analisis biaya proses pengendapan yang memerlukan biaya hampir 5 kali lipat dibandingkan dengan proses penukar ion (Setyaningsih, 2009). Selain itu, metode *ion exchange* juga diharapkan mampu mengurangi pencemaran ion kromat ke lingkungan karena dengan penanganan lebih lanjut, ion kromat yang tertangkap dalam resin dapat di-*recovery* dan digunakan kembali dalam proses elektrolisis NaCl menjadi sodium klorat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resin Pertukaran Ion

Resin pertukaran ion merupakan bahan sintetik yang berasal dari aneka ragam bahan, alamiah maupun sintetik, organik maupun anorganik, memperagakan perilaku pertukaran ion dalam analisis laboratorium dimana keseragaman dipentingkan dengan jalan penukaran dari suatu ion. Pertukaran ion bersifat stokiometri, yakni satu H^+ diganti oleh suatu Na^+ . Pertukaran ion adalah suatu proses kesetimbangan dan jarang berlangsung lengkap, namun tak peduli sejauh mana proses itu terjadi, stokiometrinya bersifat eksak dalam arti satu muatan positif meninggalkan resin untuk tiap satu muatan yang masuk. Ion dapat ditukar yakni ion yang tidak terikat pada matriks polimer disebut ion lawan (*Counterion*) (Underwood, 2001).

Resin dapat digunakan dalam suatu analisis jika resin itu harus cukup terangkai silang, sehingga keterlarutan yang dapat diabaikan, resin itu cukup hidrofilik untuk memungkinkan difusi ion-ion melalui strukturnya dengan laju yang terukur dan berguna. Selain itu, resin juga harus menggunakan cukup banyak gugus penukar ion yang dapat dicapai dan harus stabil kimiawi dan resin yang sedang mengembang, harus lebih besar rapatannya daripada air (Harjadi, 1993).

Semua penukar ion yang bernilai dalam analisis, memilih beberapa kesamaan sifat: mereka hampir-hampir tak dapat larut dalam air dan pelarut organik, dan mengandung ion-ion aktif dan ion-ion lawan yang akan bertukar secara reversibel dengan ion-ion lain dalam larutan yang mengelilinginya tanpa terjadi perubahan-perubahan fisika yang berarti dalam bahan tersebut. Penukaran ion bersifat kompleks dan sesungguhnya adalah polimerik. Polimer ini membawa suatu muatan listrik yang tepat dinetralkan oleh muatan-muatan pada ion-ion lawannya (ion aktif). Ion-ion aktif ini berupa kation-kation dalam penukar kation, dan berupa anion-anion dalam penukar anion (Bassett, 1994).

Larutan yang melalui kolom disebut *influent*, sedangkan larutan yang keluar kolom disebut *effluent*. Proses pertukarannya adalah serapan dan proses pengeluaran ion adalah desorpsi atau elusi. Mengembalikan resin yang sudah terpakai ke bentuk semula disebut regenerasi sedangkan proses pengeluaran ion dari kolom dengan reagent yang sesuai disebut elusi dan pereaksinya disebut *eluent*. Yang disebut dengan kapasitas pertukaran total adalah jumlah gugusan-gugusan yang dapat dipertukarkan di dalam kolom, dinyatakan dalam miliekivalen. Kapasitas penerobosan (*break through capacity*) didefinisikan sebagai banyaknya ion yang dapat diambil oleh kolom pada kondisi pemisahan; dapat juga dikatakan sebagai banyaknya miliekivalen ion yang dapat ditahan dalam kolom tanpa ada kebocoran yang dapat teramati. Kapasitas penerobosan lebih kecil dari kapasitas total pertukaran kolom dan tidak tergantung terhadap sejumlah variabel, seperti tipe resin, afinitas penukaran ion, komposisi larutan, ukuran partikel, dan laju aliran (Khopkar, 1990).

Berdasarkan muatan ion yang dapat dipertukarkan, resin pertukaran ion dapat dikelompokkan menjadi (Benefield, 1982):

1. Resin pertukaran kation (mengandung kation yang dapat dipertukarkan)

Terdiri dari resin pertukaran asam lemah dan asam kuat. Resin pertukaran asam kuat mengandung gugus fungsional yang diturunkan dari asam kuat (biasanya asam sulfat). Resin pertukaran asam lemah mengandung gugus fungsional yang diturunkan dari asam lemah (umumnya bentuk karboksilat atau fenolat).

2. Resin pertukaran anion (mengandung anion yang dapat dipertukarkan)

Terdiri dari resin pertukaran basa kuat dan basa lemah. Resin pertukaran basa kuat mengandung gugus fungsional yang berasal dari gugus ammonium kuarter tipe I dan II, sedangkan resin pertukaran basa lemah mengandung amina primer, sekunder dan/atau tersier sebagai gugus fungsional.

2.2 Resin Lewatit MP-62

Lewatit MP 62 merupakan basa lemah, dengan struktur makroporus dan gugus amina sebagai gugus fungsionalnya, karena hal ini yang menjadikan resin mempunyai kebasaaan yang rendah dan struktur manik-manik yang standar. Resin ini memiliki kapasitas total pertukaran yang tinggi dan stabilitas mekanik yang menjadikan resin ini sangat unik digunakan dalam proses demineralisasi. Strukturnya yang makropori membuatnya sangat efektif digunakan dalam adsorpsi dan desorpsi senyawa organik yang terjadi secara natural.

Informasi umum tentang resin lewatit MP 62 :

Tabel 2.1. Informasi umum resin Lewatit MP-62

Bentuk Ion	Basa bebas
Gugus fungsional	Amina Tersier
Matriks	Croslinking polistirena
Struktur	Makroporus
Wujud	berwarna antara abu-abu dan coklat, tak tembus cahaya
Ukuran manik-manik (bead size)	0,15 – 1,25 mm
Stabilitas (pH)	0 – 14
Temperatur operasi	Maksimal sampai 70°C
pH operasi	0 – 8

2.3 Kromium (Cr)

Kromium adalah senyawa kimia dengan symbol Cr, yang merupakan logam berat yang tidak berbau, tidak berasa, dan mudah dilunakkan. Di alam kromium ada dalam dua keadaan, yaitu Cr (III) dan Cr (VI). Berdasar dari pengetahuan tentang toksisitas menyatakan bahwa tingkat toksisitas suatu senyawa tergantung bentuk kima dari senyawa tersebut, Cr(III) dipercaya sebagai mikronutrien yang penting bagi manusia, tanaman, dan metabolisme hewan. Sementara Cr(VI) sangat berbahaya bagi manusia. Di alam Cr(VI) berada dalam bentuk kromat atau senyawa kompleks kation hidrokso. Logam Cr(VI) bisa masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, minuman, dan udara yang telah tercemar. Industri-industri yang menyumbang logam Cr(VI) ke lingkungan adalah industri elektropalting, penyamakan kulit, dll.

Informasi umum tentang kromium (Cr) :

Tabel 2.2. Informasi umum logam kromium

Nama dan simbol	Kromium. Cr
Kategori senyawa	Logam transisi
Mr	51,9961 g/mol
Fasa	Padat
Densitas	7,19 g/cm ³
Titik leleh	1967°C
Titik didih	2607°C

Biasanya, senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup adalah senyawa yang mempunyai bahan aktif dari logam berat. Sebagai logam krom termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh logam krom ditentukan oleh valensi ion-ionnya. Ion Cr⁶⁺ merupakan logam krom yang paling banyak dipelajari sifat racunnya, bila dibandingkan dengan ion-

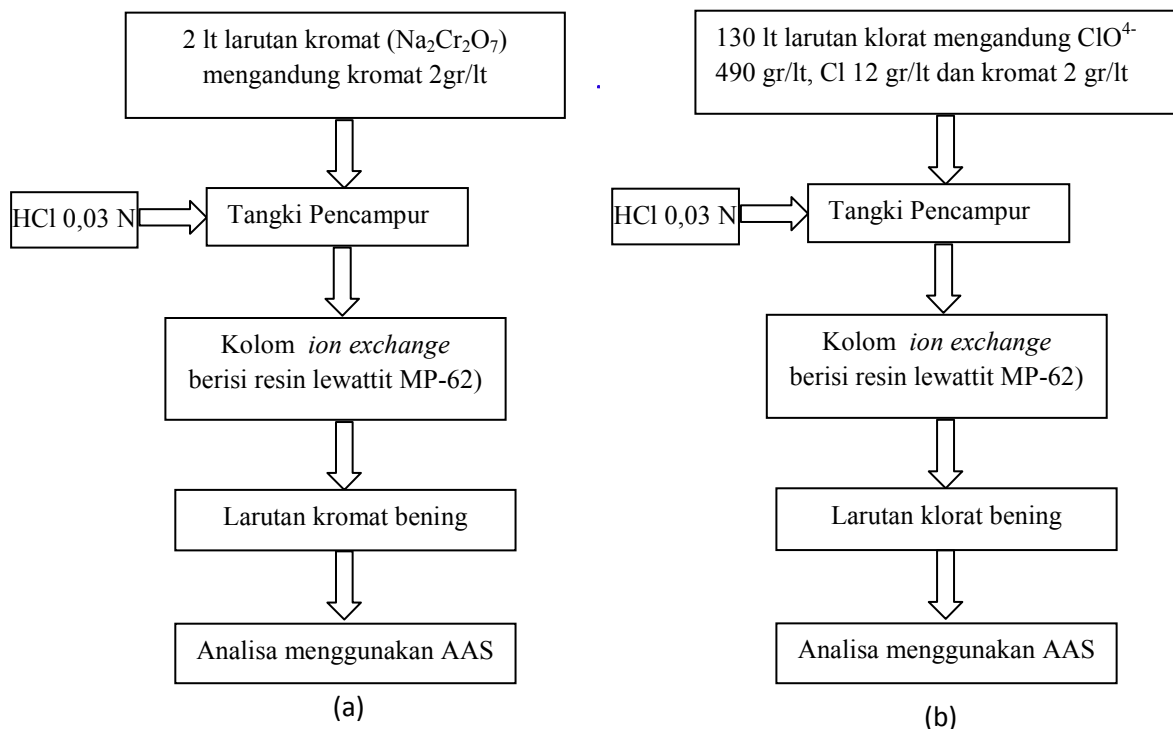
ion Cr^{3+} dan Cr^{2+} . Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan keracunan akut dan keracunan kronis (Asmadi dkk, 2009).

Dampak kelebihan kromium pada tubuh akan terjadi pada kulit, saluran pernafasan, ginjal dan hati. Pengaruh terhadap saluran pernafasan yaitu iritasi paru-paru akibat menghirup debu kromium dalam jangka panjang dan mempunyai efek juga terhadap iritasi kronis, polyp, tracheobronchitis dan pharingitis kronis (Joko, Tri 2003).

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan bahan baku utama yaitu larutan klorat hasil produksi LAPAN, resin lewattit MP-62, dan aquadest. Sedangkan peralatan yang digunakan yaitu kolom *ion exchange*, buret, dan instrumentasi AAS. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ammonium Perklorat-LAPAN yang berlokasi di Rumpin-Bogor, sementara analisa menggunakan AAS dilakukan oleh penyedia jasa analisa di luar LAPAN.

Penelitian dilakukan dengan dua tahap, mencari kondisi optimum penghilangan kromat (1), dan menghilangkan kromat dari larutan sodium klorat (2). Tahap pertama dilakukan dengan cara mengalirkan larutan kromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ke dalam resin dengan kecepatan alir 2 mL/menit, 5 mL/menit, dan 10 ml menit dengan pH 1. Kemudian hasilnya dianalisis dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisa kuantitatif dilakukan dengan menggunakan AAS (Gambar 3.1.a). Analisa kualitatif dilakukan dengan melihat perubahan warna larutan sebelum dan setelah masuk ke resin. Sedangkan tahap kedua dilakukan dengan melewati larutan klorat hasil elektrolisis yang mengandung ion kromat pada resin lewattit MP-62 dengan kecepatan laju alir tertentu. Sebelumnya larutan klorat yang akan dilewatkan pada resin dikondisikan pada pH 1 dengan penambahan HCl 0,03 N. Selanjutnya larutan klorat murni dianalisa menggunakan AAS untuk mengetahui jumlah kromat yang masih tertinggal di larutan klorat dan kromat yang teradsorpsi (Gambar 3.1.b).



Gambar 3.1. (a) Mencari Kondisi Optimum Penghilangan Senyawa Kromat (b) Proses Pemurnian Larutan Sodium Perklorat Dari Pengotor Kromat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

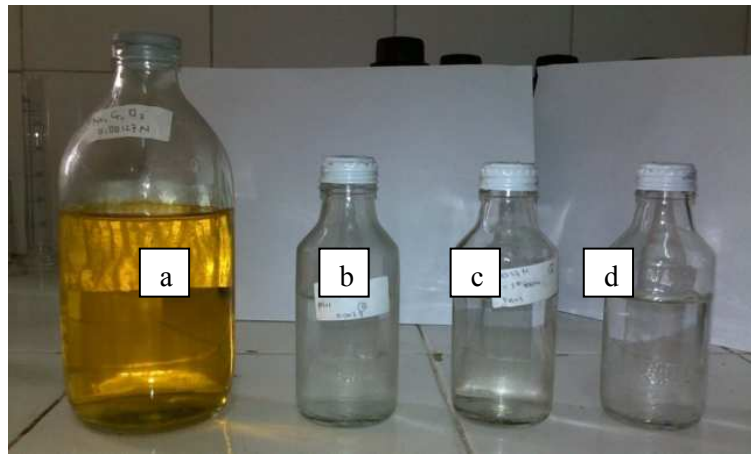
Penelitian awal mencari kondisi optimum proses penghilangan kromat

Berdasarkan analisis kuantitatif menggunakan instrumentasi AAS menghasilkan pengaruh laju alir larutan kromat pada proses pertukaran ion (tabel 4.1) terhadap jumlah kromat yang teradsorpsi.

Tabel 4.1. Pengaruh laju alir larutan kromat pada proses pertukaran ion

No	Laju alir (mL/menit)	[kromat awal] (mg/L)	[kromat teradsorb] (mg/L)	kromat teradsorb (%)
1	2	367,200	367,169	99,991
2	5	367,200	367,173	99,992
3	10	367,200	367,006	99,947

Sedangkan hasil analisa kualitatif disajikan dalam Gambar 4.1

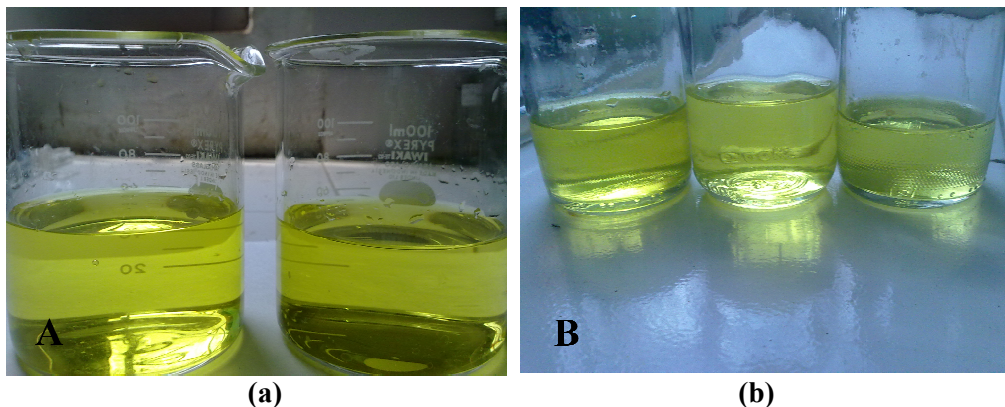


Gambar 4.1. Larutan-larutan kromat

- (a) Larutan kromat sebelum melewati resin, (b) larutan hasil pertukaran ion laju alir 2 mL/menit, (c) larutan hasil pertukaran ion laju alir 5 mL/menit, (d) larutan hasil pertukaran ion laju alir 10 mL/menit

Pemurnian larutan sodium klorat dari pengotor kromat

Gambar 4.2. menunjukkan hasil analisis secara kualitatif terjadinya proses pemurnian larutan klorat dari pengotor kromat.



Gambar 4.2. Hasil penghilangan kromat dari larutan klorat

- (a) Larutan klorat sebelum melewati resin (b) Larutan klorat setelah melewati resin

Hal ini didukung dengan analisa kuantitatif dengan menggunakan AAS, bahwa ion kromat yang tertinggal di larutan adalah 18,06 mg/L. Nilai ini turun dari nilai kandungan awal kromat pada larutan klorat, yaitu 66,55 mg/L. Hasil lengkap analisa AAS dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil removal kromat dari larutan klorat pada proses pertukaran ion

No	Laju alir (mL/menit)	[kromat awal] (mg/L)	[kromat teradsorb] (mg/L)	kromat teradsorb (%)
1	2	66,55	48,48	72,85

4.2 Pembahasan

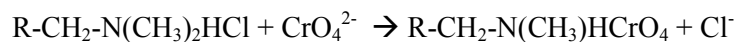
Penelitian awal mencari kondisi optimum proses penghilangan kromat

Dalam tahap ini dilakukan penelitian penghilangan kromat dengan kolom sederhana menggunakan buret (Gambar 4.3).



Gambar 4.3. Kolom penukar ion sederhana dengan buret

Pada Tabel 4.1. terlihat bahwa dari ketiga variasi laju alir, dapat menghasilkan kromat yang teradsorpsi dengan jumlah yang tidak berbeda signifikan. Dengan demikian laju alir sampai dengan 10 mL/menit masih cukup baik untuk pertukaran ion kromat menggunakan resin Lewatit MP-62 dengan persentase kromat yang teradsorpsi oleh resin mencapai 99 %. Reaksi pertukaran yang terjadi adalah sebagai berikut :



Resin Lewatit MP 62 merupakan basa lemah, dengan struktur makroporus dan gugus amina sebagai gugus fungsionalnya, karena hal ini yang menjadikan resin mempunyai kebasahan yang rendah dan struktur manik-manik yang standar. Resin ini memiliki kapasitas total pertukaran yang tinggi dan stabilitas mekanik yang menjadikan resin ini sangat unik digunakan dalam proses demineralisasi. Strukturnya yang makropori membuatnya sangat efektif digunakan dalam adsorpsi dan desorpsi senyawa organik yang terjadi secara natural. Resin ini sangat selektif untuk anion logam berat seperti kromat (CrO_4^{2-}), molibdat (MoO_4^{2-}), dll.

Berdasarkan hasil analisa secara kualitatif terlihat perbedaan warna yang sangat signifikan antara larutan kromat sebelum dilewatkan ke dalam kolom *ion exchange* (Gambar 4.1.(a)) dengan larutan setelah keluar dari kolom *ion exchange* (Gambar 4.1.(b), (c), dan (d)). Larutan kromat sebelum dilewatkan kolom *ion exchange* berwarna kuning hal ini sesuai sifat fisik kromat yang berwarna orange, dan berwarna kuning saat dilarutkan dalam sejumlah aquades. Sementara larutan yang keluar dari kolom *ion exchange* berwarna bening, hal ini mengindikasikan larutan tersebut tidak lagi mengandung senyawa kromat, atau kandungannya sangat kecil yaitu <10 ppm. Sedangkan warna larutan yang keluar dari kolom *ion exchange* dengan laju alir 2 mL/menit, 5 mL/menit, dan 10 mL/menit tidak berbeda signifikan.

Pemurnian larutan sodium klorat dari pengotor kromat

Setelah didapatkan kondisi optimum pertukaran ion kromat pada resin Lewatit MP-62, langkah selanjutnya adalah melakukan pemurnian larutan klorat hasil elektrolisis NaCl dari pengotor kromat. Pertukaran dilakukan dengan menggunakan kolom *ion exchange* (Gambar 4.4)

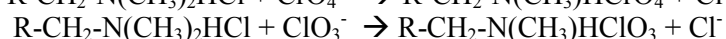
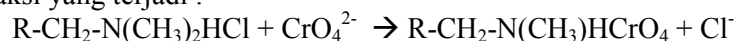


Gambar 4.4. Kolom *Ion exchange*

Pada proses ini larutan klorat dimurnikan dengan mengambil ion kromat yang terdapat dalam larutan dengan cara melewatkan larutan klorat hasil elektrolisis pada kolom *ion exchange* yang telah berisi resin Lewatit MP-62. Laju alir larutan klorat yang melewati kolom penukar ion diatur pada kecepatan 2 mL/menit. Laju alir larutan klorat dipilih yang paling kecil untuk menghasilkan waktu kontak yang lebih lama. Hal ini dikarenakan berat jenis resin lebih rendah daripada berat jenis larutan, sehingga jika diambil laju alir yang cepat larutan tidak akan maksimal berinteraksi dengan resin. Pertukaran ion akan berjalan efektif apabila tersedia cukup waktu untuk terjadinya reaksi pertukaran antara ion pada larutan dan ion pada resin.

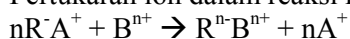
Berdasarkan Gambar 4.2. secara kualitatif menyatakan bahwa telah terjadi proses pemurnian larutan klorat dari pengotor kromat. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan warna larutan klorat yang berwarna kuning keruh sebelum melewati resin (a) menjadi kuning bening setelah melewati resin (b).

Sementara berdasarkan hasil analisa secara kuantitatif (Tabel 4.2) dapat dilihat bahwa dengan proses pertukaran ion mampu mengambil kromat sebanyak 72,85 %. Pertukaran berjalan kurang maksimal karena adanya kompetisi antara ion kromat dan ion klorat. Ion klorat mempunyai nilai koefisien selektifitas yang cukup tinggi saat kita beroperasi dengan resin basa lemah seperti resin Lewatit MP-62. Reaksi yang terjadi :



Proses pertukaran ion melibatkan reaksi kimia antara ion dalam fase cair dan ion dalam fase padat. Dalam aplikasi pengolahan air, ion dalam fase cair merupakan ion yang terkandung dalam air baku dan ion dalam fase padat merupakan ion yang terdapat dalam resin, baik resin alami maupun resin sintesis.

Pertukaran ion dalam reaksi kimia dapat ditulis:



R^- adalah gugus anionik yang melekat pada resin pertukaran ion, dan A^+ dan B^{n+} adalah ion di larutan.

Dari reaksi itu dapat ditulis konstanta kesetimbangan sebagai berikut:

$$K_{A^+ B^{n+}} = \frac{[Rn^- B^{n+}][A^+]^n}{[R^- A^+]^n [B^{n+}]}$$

K_A^{+B} merupakan koefisien selektifitas atau konstanta aksi massa. Besarnya K_A^{+B} menyatakan besarnya preferensi relatif untuk pertukaran ion, artinya kecenderungan resin untuk mengikat ion B dibandingkan dengan ion A. Koefisien selektifitas yang lebih besar berarti mempunyai preferensi yang lebih besar terhadap ion di resin.

Sebuah penukar ion cenderung untuk memilih:

1. ion yang valensinya lebih besar
2. ion dengan volume terlarut lebih kecil
3. ion dengan kemampuan polarisasi lebih besar
4. ion yang bereaksi kuat dengan *site* pertukaran ion dari resin
5. ion yang kurang terlibat dengan ion lain untuk membentuk kompleks

Atas dasar itu, maka preferensi beberapa anion dapat disusun sebagai sebagai berikut (Reynold, 1996):



Seri ini adalah untuk resin basa kuat - yang mempunyai *site* reaktif kuat seperti gugus ammonium kuartar. Untuk resin basa lemah - yang mempunyai *site* reaktif lemah seperti gugus amina sekunder atau tersier akan memposisikan OH^- ke kiri.

Kecepatan pertukaran ion tergantung pada kecepatan beberapa mekanisme transport yang terlibat dan kecepatan reaksi pertukaran sendiri, yaitu:

1. pergerakan ion dari larutan ke film atau lapisan batas sekitar resin
2. difusi ion melewati film ke permukaan resin
3. difusi ion menembus pori solid ke *site* pertukaran
4. pertukaran ion oleh reaksi
5. difusi ion tertukar keluar dari pori ke permukaan solid
6. difusi ion tertukar melewati film cairan atau lapisan batas sekitar solid
7. pergerakan ion tertukar ke dalam larutan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa larutan sodium klorat dapat dimurnikan dari pengotor kromat dengan metode *ion exchange*. Dengan kecepatan alir 2mL/menit dapat menghilangkan kromat sebanyak 72, 85%. Pada prinsipnya, nilai tersebut memang belum maksimal karena kandungan kromat yang masih tertinggal dalam larutan sodium klorat > 10 ppm. Akan tetapi kromat yang telah terikat oleh resin dapat diolah lebih lanjut melalui proses *recovery* sehingga bisa digunakan kembali pada proses elektrolisis tanpa menghasilkan limbah krom yang berbahaya bagi lingkungan. Dengan demikian metode ini dapat digunakan sebagai alternatif proses pemurnian kromat yang lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan metode pengendapan yang selama ini dilakukan di LAPAN dan juga mengurangi biaya produksi ammonium perklorat karena kromat dapat di-*recycle* dalam proses elektrolisis.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang optimasi kondisi proses untuk dapat menghasilkan sodium klorat dengan kadar pengotor kromat < 10 ppm. Selain itu, untuk dapat menghemat biaya produksi ammonium perklorat diperlukan penelitian lanjutan tentang *recovery* kromat dari resin penukar ion.

DAFTAR PUSTAKA

Asmadi, dkk. 2009. *Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Pada Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)₂, NaOH, dan NaHCO₃*. JAI Vol. 5 No. 1 2009.

- Bassett, J, dkk. **Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik**. Jakarta: Kedokteran EGC. 1994.
- Benefeld, L.D, **Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment**. New Jersey: Prentice-Hall, 1982.
- Harjadi, W. 1993. **Ilmu Kimia Analitik Dasar**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Joko, Tri, **Penurunan Kromium (Cr) dalam Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali $Ca(OH)_2$, $NaOH$, dan $NaHCO_3$** . Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol.2 No.2 Oktober 2003
- Khopkar. **Konsep Dasar Kimia Analitik**. Jakarta : UI Press, 1990.
- Reynolds, Tom D. dan Richards, Paul A, **Unit Operations and Processes in Environmental engineering**. Boston: PWS Publishing Company, 1996.
- Setyaningsih, Henny & Nuryanto, Agus, **Analisis Penghilangan Chromat Dengan Metode Ion exchange dan Proses Pengendapan Pada Larutan Hasil Elektrolisis Sodium Chlorat**. Prosiding SIPTEKGAN XIII-2009. LAPAN, 2009.
- Underwood, A.L., dan Day R. A, **Analisis Kimia Kuantitatif**, Edisi Keenam. Jakarta: Erlangga, 2001

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap : Anita Pinalia, S.T.
Tempat & Tgl. Lahir : Bogor, 23 Februari 1985
Jenis Kelamin : Perempuan
Instansi Pekerjaan : LAPAN
NIP. / NIM. : 19850223 200912 2 001
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Muda/III.a
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Pertama
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMAN 1 Rumpin Tahun: 1999-2002
STRATA 1 (S.1) : Teknik Kimia Univ. Jayabaya Tahun: 2002-2006

ALAMAT

Alamat Rumah : Griya Serpong Asri, Kav. Anggrek Blok O No. 54 Cisauk-Tangerang
HP. : 085710039004
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Raya LAPAN, Sukamulya Rumpin- Bogor
Telp. : (021)75790031
Email: anita_vinel@yahoo.com

DATA UMUM

Nama Lengkap : M. Fakhur Rosyidi, S.Si
Tempat & Tgl. Lahir : Malang, 9 Februari 1984
Jenis Kelamin : Laki – laki
Instansi Pekerjaan : LAPAN
NIP. / NIM. : 19840209 200801 1 007
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Muda Tk. I – III/b
Jabatan Dalam Pekerjaan : Perekayasa Pertama
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum kawin

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMU Negeri 3 Malang Tahun: 1999 - 2002
STRATA 1 (S.1) : FMIPA - UGM Tahun: 2002 -2007

ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Cempaka III No. 5 Perumnas Suradita, Cisauk, Tangerang
HP. : 087771417101
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Raya LAPAN, sukamulya, rumpin, bogor
Telp. : (021) 75790382
Email : mfakhrurrosyidi@gmail.com