

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

Telaah Pustaka merupakan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti guna mengetahui apakah penelitian tersebut apakah pernah dilakukan atau belum. Telaah Pustaka dilakukan untuk membedakan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan. Peneliti telah menemukan beberapa penelitian yang serupa atau pernah dilakukan berkaitan dengan proses penurunan kadar kromium menggunakan resin.

(Artanti et al., 2011) Penurunan konsentrasi kromium (Cr) dalam limbah cair electroplating dengan penggunaan koagulan dan adsorben. Menurut hasil peneliti bahwa penggunaan koagulan-adsorben dengan media antara lain: Anion resin (600 mg/L), zeolite (400mg/L), arang aktif (400mg/L), tawas (400mg/L) dan sodium (400mg/L). Kombinasi koagulan dan adsorben mampu menurunkan konsentrasi logam berat Cr dalam air limbah electroplating mempunyai efektifitas dengan presentase lebih dari 50%. Dimana penurunan dengan perlakuan kombinasi koagulan dan adsorben lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal. Sedangkan perlakuan tunggal paling tinggi menurunkan kadar Cr adalah anion resin dengan efektifitas presentasi mencapai 97%.

(Mareta et al., 2020) Pengurangan ion krom (Cr) dengan resin penukar ion dalam limbah cair penyamakan kulit. Hasil yang didapat pada penelitian Metode adsorpsi dalam pengolahan air limbah menggunakan resin, bahwa penurunan kandungan kromium (Cr) tertinggi adalah 98,75% pada 150-gram

berat resin dengan variasi berat (50, 75, 100, 150) gram. semakin banyak resin yang digunakan, semakin banyak ion kromium (Cr) yang diserap. Sampel dalam bentuk limbah cair penyamakan kulit mengandung ion kromium yang bermuatan positif. Ketika kontak dengan resin dowex yang mencakup resin kation (ada gugus H⁺), ion kromium akan bertukar dengan ion H⁺ yang ditemukan dalam resin dowex. Sehingga setelah kontak antara resin dan sampel limbah cair, ion kromium akan terikat pada resin dan kandungan ion kromium yang terkandung dalam limbah cair penyamakan kulit telah menurun.

(Wahid et al., 2022) Penurunan Ion Kromium (Cr⁶⁺) Dengan Resin Penukar Ion Pada Limbah Cair Batik. Menurut hasil peneliti bahwa resin secara efektif menurunkan kadar kromium pada air limbah batik. Menggunakan metode pengadukan dengan waktu kontak 80 menit perlakuan variasi berat resin (40; 60; 80; 100; dan 120 gram) dan kecepatan pengadukan (150; 175; 200; 225; dan 250 rpm). Berat dan kecepatan optimal yang didapatkan pada penelitian ini adalah 120 gram dan kecepatan pengadukan sebesar 250 rpm dengan waktu kontak 80 menit mampu menurunkan kadar kromium sebesar 97,86%.

Dari peneliti terdahulu yang telah di paparkan, pada umumnya menggunakan metode pengadukan/koagulasi dan adsorpsi dalam proses pertukaran ion resin dengan logam kromium air limbah, belum ada yang meneliti secara khusus tentang variasi debit filtrasi dengan filter resin, maka peneliti membatasi permasalahan penelitian pada efektifitas variasi debit filtrasi dengan filter resin untuk menurunkan kadar kromium serta mempertimbangkan kualitas dan ketersediaan air bersih secara berkelanjutan sesuai dengan kebutuhan. Perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya, penelitian ini ingin

mengetahui variasi debit filtrasi dalam filter resin untuk menurunkan kromium air bersih.

B. Landasan Teori

1. Pengertian Air Bersih

Air bersih merupakan air yang layak untuk digunakan sebagai air baku air minum. Dalam hal ini air bersih juga layak digunakan untuk mandi, cuci dan kakus. Sebagai air yang layak diminum, tidak diartikan bahwa air bersih dapat diminum secara langsung, karena masih perlu dimasak atau direbus hingga mendidih dan/atau diolah terlebih dahulu (Bidang Pekerjaan umum, 2005)

2. Kualitas Air bersih

Kualitas air bersih sesuai dengan persyaratan untuk pengawasan kualitas air diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi terdapat tiga parameter diantaranya: parameter fisik, kimia dan biologi. Parameter tersebut masih dibagi dengan ketentuan parameter wajib dan tambahan. Parameter wajib dan tambahan yang harus diperiksa dalam Permenkes No 32 Tahun 2017 dibagi menjadi tiga sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000
Suhu	oC	suhu udara \pm 3
Rasa		tidak berasa
Bau		tidak berbau

Sumber: Permenkes No 32 Tahun 2017.

Tabel 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Total coliform	CFU/100ml	50
E. coli	CFU/100ml	0

Sumber: Permenkes No 32 Tahun 2017.

Tabel 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib		
pH	mg/l	6,5 - 8,5
Besi	mg/l	1
Fluorida	mg/l	1,5
Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
Mangan	mg/l	0,5
Nitrat, sebagai N	mg/l	10
Nitrit, sebagai N	mg/l	1
Sianida	mg/l	0,1
Deterjen	mg/l	0,05
Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan		
Air raksa	mg/l	0,001
Arsen	mg/l	0,05
Kadmium	mg/l	0,005
Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
Selenium	mg/l	0,01
Seng	mg/l	15
Sulfat	mg/l	400

Timbal	mg/l	0,05
Benzene	mg/l	0,01
Zat organik (KMNO4)	mg/l	10

Sumber: Permenkes No 32 Tahun 2017.

3. Logam Berat

Logam berat termasuk unsur yang penting untuk makhluk hidup. Kandungan logam berat dalam kadar tertentu/tidak berlebihan menjadi *trace element*, logam berat esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe) dan zink (Zn) dibutuhkan untuk proses metabolisme pada tubuh manusia. Sedangkan logam berat non esensial tidak mempunyai fungsi didalam tubuh manusia, sebaliknya akan sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan jika masuk ketubuh manusia diantaranya: timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As) dan cadmium (Cd).

Logam berat merupakan komponen alami yang ada didalam dan permukaan bumi yang tidak dapat didegradasi dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi proses bioakumulasi. Bioakumulasi merupakan peningkatan konsentrasi zat kimia yang ada dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang lama. Dapat disebutkan bahwa semua logam berat dapat menjadi racun untuk makhluk hidup dan beberapa logam esensial yang dapat bermanfaat bagi tubuh manusia dengan konsentrasi tertentu. Logam berat yang dapat menjadi racun yang meracuni tubuh makhluk hidup diantaranya: logam air raksa (Hg), kadmium (Cd), krom (Cr) (Adhani & Husaini, 2017).

4. Kromium (Cr)

Kromium berasal dari bahasa Yunani “Chroma” yang artinya warna. Logam kromium ditemukan pada tahun 1997 oleh Vagueleine. Kromium yang dikenal dengan logam Cr merupakan salah satu logam mineral yang ditemukan pada lapisan bumi dan secara alamiah ditemukan dalam konsentrasi rendah pada batuan, hewan, tanaman, tanah, debu vulkanik, maupun gas. Logam Cr juga sering ditemui dalam persenyawaan padat/mineral dengan unsur-unsur yang lain (Manahan, 2017).

Kromium memiliki massa atom relatif 51,996 gram/mol, dengan nomor atom 24, mempunyai titik lebur 1907°C , titik leleh 1875°C , dan massa jenis $7,19\text{ g/cm}^3$. Logam kromium memiliki oksidasi dengan tingkatan +2 sampai dengan +6, namun yang paling sering dijumpai adalah tingkat oksidasi +3 dan +6 (Cavaco et al., 2007).

Sesuai dengan tingkat oksidasinya, ion kromium setelah membentuk senyawa akan memiliki sifat yang berbeda. Kromium yang larut dalam air terbagi menjadi tiga jenis ion yaitu:

a. Ion Kromium (II) atau kromo (Cr^{2+})

Ion kromium (II) mempunyai bilangan oksidasi +2 dan bersifat agak tidak stabil karena kromium jenis ini merupakan zat pereduksi yang kuat, bahkan dapat menguraikan air secara perlahan dengan membentuk hidrogen, Oksigen dari atmosfer dengan mudah mengoksidasinya menjadi ion kromium (III), ion ini membentuk larutan yang berwarna biru. Senyawa yang terbentuk dari ion Cr^{2+} akan bersifat basa (Yefridaa dan Yuniartis, 2007).

b. Ion Kromium (III) atau kromit (Cr^{3+})

Ion ini memiliki bilangan oksidasi +6 dan bersifat stabil. Dalam larutan ion-ion ini berwarna hijau atau lembayung. Senyawa yang terbentuk dari ion logam Cr^{3+} bersifat amfoter (Yefridaa dan Yuniartis, 2007).

c. Ion Kromium (VI) atau kromat (Cr^{6+})

Kromium (VI) mempunyai bilangan oksidasi +6 dan berwarna kuning. Sedangkan dikromat berwarna jingga. Senyawa yang terbentuk dari ion ini akan bersifat asam dan merupakan pengoksidasi yang kuat (Yefridaa dan Yuniartis, 2007).

Kromium merupakan bahan kimia yang persisten, bioakumulatif, dan toksik tinggi serta tidak mampu terurai di dalam lingkungan sehingga pada akhirnya terakumulasi dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Cr (VI) lebih toksik bila dibandingkan Cr (III) baik paparan kronis maupun akut (Yuliani, 2009). Konsentrasi $>0,05$ ppm pada Cr (VI) bersifat karsinogenik dan menyebabkan iritasi pada kulit manusia.

Kromium selain bersumber dari limbah industri dan laboratorium juga terdapat pada aktivitas pertanian terutama pada pertanian sayur kentang yang menggunakan pestisida, pupuk organik dan kombinasinya dapat meningkatkan akumulasi logam kromium (Cr) pada tanah budidaya dan tanaman kentang (Manurung, 2018).

Kromium dapat masuk ke dalam perairan melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya krom secara alamiah dapat

terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi atau pengikisan yang terjadi pada batuan mineral. Disamping itu debu-debu dan partikel-partikel krom yang di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Masuknya krom yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak atau aktivitas yang dilakukan manusia. Sumber-sumber krom yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Pratiwi, 2013).

5. Pengaruh Kromium terhadap Kesehatan

Dampak kromium terhadap kesehatan manusia akan berpengaruh positif dan negatif jika masuk kedalam tubuh. Kromium valensi III dalam jumlah kecil merupakan zat yang diperlukan hampir semua jaringan tubuh manusia seperti kulit, otot, otak, limpa dan ginjal. Kromium membantu mengendalikan metabolisme insulin dengan mengontrol kadar gula darah, pencernaan protein dan lemak, serta menurunkan kadar trigliserid dan kolesterol darah. Keberadaan kromium valensi III yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia sehingga harus dipenuhi dari konsumsi makanan (Khairunnisa, 2014).

Kromium valensi VI jika masuk kedalam tubuh akan beracun, dapat berakibat buruk terhadap pernafasan, kulit, pembuluh darah dan ginjal. Efek pada pernafasan berupa kanker paru dan ulkus kronis/perforasi pada spektrum nasal. Pada kulit berupa penebalan oleh plag pada pembuluh aorta. Sedangkan pada ginjal dapat berakibat kelainan berupa nekrosis tubulus ginjal.

Senyawa kromium hexavalen yang masuk ke tubuh akan mengganggu metabolisme tubuh. Senyawa yang mempunyai berat molekul yang rendah dalam sel darah dapat melarutkan kromium dan ikut terbawa keseluruhan tubuh bersama aliran peredaran darah. Ion-ion kromium hexavalen akan mengganggu metabolisme dengan menghambat kerja dari enzim benzopiren hidroksilase sehingga dapat mengakibatkan perubahan dalam proses pertumbuhan sel menjadi tumbuh secara liar dan tidak terkontrol, atau dengan nama lain menyebabkan kanker (Khairunnisa, 2014).

6. Resin

Resin adalah sebuah senyawa hidrokarbon yang terpolimerisasi hingga tingkat tinggi yang mengandung ikatan-ikatan hubung silang (cross-linking) serta gugusan yang didalamnya terdapat ion-ion baik positif ataupun negatif yang akan menjadi penukar ion untuk menurunkan kandungan logam berat (Lestari & Utomo, 2007). Proses pertukaran ion dengan air berlangsung dengan cara difusi fluida yang keluar masuk resin, sehingga ion-ion yang lebih besar dari ukuran tertentu tidak dapat bereaksi karena seleksi tertentu dari derajat ikatan silang resin. Gugus fungsi yang berupa asam atau basa yang diikat oleh polimer pembentuk resin dan menentukan sifat dasar dari resin yang dibentuk (Purwoto & Nugroho, 2013).

Faktor lain yang akan mempengaruhi sifat dasar resin adalah jenis gugus fungsi yang terkandung di resin. Jenis gugus akan menentukan jenis

tipe resin penukar ion yang dibentuk. Gugus fungsi pada resin menentukan muatan ion yang dapat dipertukarkan dengan unsur yang lain, berdasarkan gugus fungsi resin pertukaran ion dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

a. Resin pertukaran kation

1) Resin penukar kation asam kuat.

Resin ini mengandung gugus fungsional yang diturunkan dari asam kuat yang beroperasi dengan siklus H (hidrogen) seperti asam sulfat. Regenerasi dilakukan dengan menggunakan larutan HCl atau H₂SO₄. Efisiensi dari regenerasi resin ini antara 30% sampai 40%.

2) Resin penukar kation asam lemah.

Resin ini mengandung gugus fungsional yang diturunkan dari asam lemah yang beroperasi dengan siklus karboksilat (R-COOH) seperti fenolat atau asam karboksilat. Resin ini hanya dapat memisahkan garam dari asam kuat dan basa kuat saja. Efisiensi dari regenerasi resin ini mendekati 100%.

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

Resin ini dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

1) Resin penukar anion basa kuat. Resin ini mengandung gugus fungsional yang berasal dari gugus ammonium kuartener tipe I dan tipe II (R-NR₃:OH). Regenerasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH atau NH₄OH. Efisiensi dari regenerasi resin ini antara 30% sampai 50%.

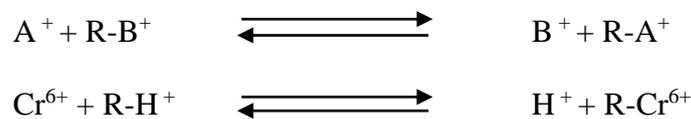
2) Resin penukar kation asam lemah.

Resin ini mengandung amina primer, sekunder dan atau tersier sebagai gugus fungsional (R-NH₂). Resin ini hanya dapat memisahkan asam kuat, tetapi tidak bisa memisahkan asam lemah. Efisiensi dari regenerasi resin ini mendekati 100%.

Proses pertukaran ion melibatkan reaksi kimia antara ion dalam fasa cair dengan ion fasa padat. Pada ion-ion tertentu dalam larutan akan lebih mudah terserap oleh solid penukaran ion, dan karena elektronetralitas harus dijaga, solid penukar melepas ion dan dipertukarkan ion dalam larutan (Purwoto & Nugroho, 2013).

7. Proses Pertukaran Ion Resin Dengan Kromium.

Pertukaran ion dapat dianggap sebagai unit operasi dalam kesetimbangan kimia. Pertukaran ion melibatkan salah penempatan satu jenis ion dengan menukar bahan yang tidak larut dengan jenis ion lain ketika larutan yang berkontak. Mekanisme pertukaran ion pada kolom resin penukar kation sebagai berikut:



Faktor yang mempengaruhi pertukaran ion diantaranya berat/ketebalan media penukar ion dan debit filtrasi. Proses pertukaran ion adalah kontak yang terjadi antara resin dengan air bersih yang menyebabkan kandungan logam yang terdapat dalam air bersih menurun. Berat/ ketebalan resin yang berkontak dengan air bersih semakin besar dalam kolom pertukaran, semakin banyak konsentrasi ion yang akan di pertukarkan.

Kecepatan debit mempengaruhi proses pertukaran ion. Semakin besar kecepatan debit filtrasi yang ditetapkan pada proses pertukaran ion, maka semakin sedikit konsentrasi ion yang dapat dipertukarkan. Hal ini disebabkan waktu tinggal dan kontak antara air bersih dengan resin yang singkat (Wahid et al., 2022).

8. Filtrasi

a. Pengertian Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada pengolahan air minum, filtrasi digunakan untuk menyaring hasil dari proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi sehingga dapat pula mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan. Perencanaan suatu sistem filter untuk pengolahan air tergantung pada tujuan pengolahan (Sugiharto, 2008).

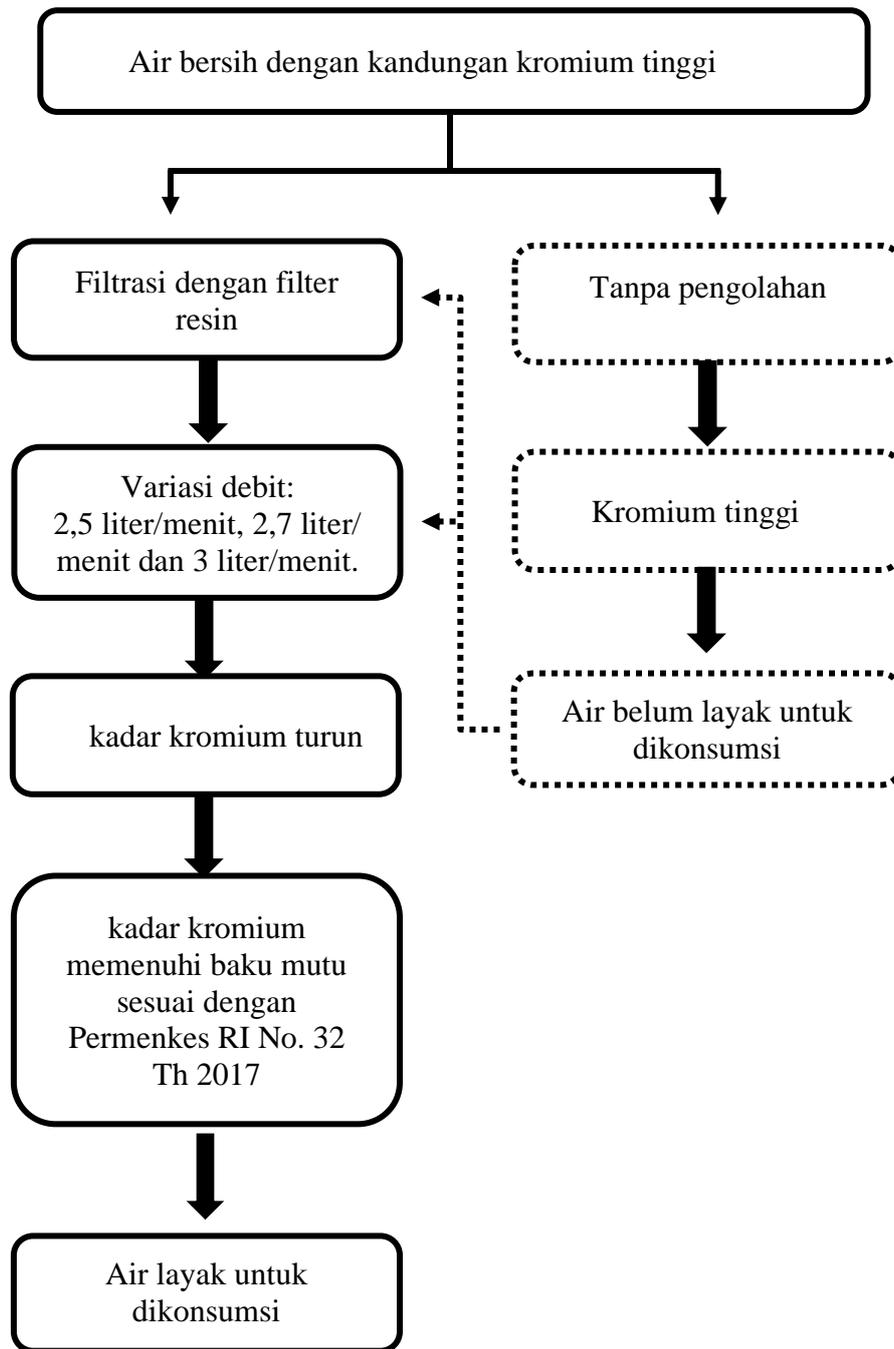
Untuk semua proses filtrasi, umpan mengalir disebabkan adanya tenaga dorong berupa beda tekanan, sebagai contoh adalah akibat gravitasi atau tenaga putar. Secara umum filtrasi dilakukan bila jumlah padatan dalam suspensi relatif lebih kecil dibandingkan zat cairnya (Oxtoby, 2012)

b. Prinsip Filtrasi

Filtrasi dengan aliran vertikal dilakukan dengan membagi limbah ke beberapa filter-bed (2 atau 3 unit) secara bergantian. Pembagian limbah secara bergantian tersebut dilakukan dengan pengaturan klep (dosing) dan untuk itu perlu dilakukan oleh operator. Karena perlu dilakukan pembagian secara bergantian tersebut, pengoperasian sistem ini rumit hingga tidak praktis.

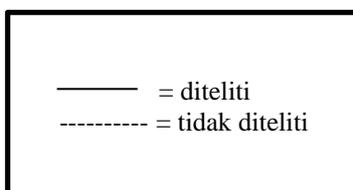
Filtrasi dengan aliran horizontal dilakukan dengan mengalirkan limbah melewati media filter secara horizontal. Cara ini sederhana dan praktis tidak membutuhkan perawatan, khususnya bila di desain dan dibangun dengan baik. Filtrasi dengan aliran vertikal dan horizontal mempunyai prinsip kerja yang berbeda. Filtrasi horizontal secara permanen terendam oleh air limbah dan proses yang terjadi adalah sebagian aerobik dan sebagian anaerobik. Sedangkan pada filtrasi vertikal, proses yang terjadi cenderung anaerobik (Oxtoby, 2012)

C. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka konsep

Keterangan:



D. Hipotesis

1. Ada perbedaan kadar kromium sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan filter resin dengan variasi debit 2,5 liter/menit, 2,7 liter/ menit dan 3 liter/menit.
2. Ada debit dengan selisih penurunan kadar kromium terbesar dalam filtrasi menggunakan filter resin.