

KAJIAN KAPASITAS DAN EFEKTIVITAS RESIN PENUKAR ANION UNTUK MENGIKAT KLOOR DAN APLIKASINYA PADA AIR

I K. G. Antara, I W. Budiarsa Suyasa, dan A. A. Bawa Putra

Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang kapasitas dan efektivitas resin penukar anion dengan sistem *batch* terhadap klor. Rancangan alat selanjutnya diaplikasikan untuk menurunkan kadar klor pada sumber mata air di Desa Sedang. Analisis kadar klor menggunakan metode titrasi argentometri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa resin mampu menurunkan kadar klor hingga di bawah Baku Mutu Air Golongan B dengan kapasitas sebesar 0,6462 mg/g dan waktu jenuh 260 menit. Sedangkan efektivitasnya antara 64,50% - 97,04%.

Analisis beberapa sumber mata air di Desa Sedang menunjukkan bahwa sumber mata air tersebut telah tercemar klor dengan kadar antara 260,33 ppm – 295,83 ppm. Penggunaan resin mampu menurunkan kadar klor dalam air yang berasal dari sumber mata air tersebut hingga kadarnya dibawah Baku Mutu Air 250 mg/L (Baku Mutu Air Golongan B).

Kata kunci : kapasistas, efektivitas, resin, klor

ABSTRACT

This paper reports a research on the capacity and efficiency of resin anion exchange on chloride in a batch system. The system was then applied to chloride level in spring water in Sedang Village. Chloride content analysed were using argentometry methode .

The results of the research showed that resin was potential to reduce chloride level below Water Quality Limit for (Group B). Its capacity was 0.6462 mg/g and saturating time was 260 minutes. Its effectiveness between 64.50% - 97.04%.

The analysis of spring water in Sedang Village showed that these springs were contaminated with 260.33 – 295.83 ppm chloride. The resin exchange applied to these waters reduced the chloride levels to the level below the Guideline Limit for the 250 mg/L purposes (Group B).

Keywords : capacity, efficiency, resin, chloride

PENDAHULUAN

Air merupakan penentu kesinambungan hidup di bumi karena air selain dikonsumsi juga digunakan dalam berbagai aktivitas kehidupan seperti memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya. Di sisi lain, air mudah sekali terkontaminasi oleh bahan-bahan pencemar sehingga dapat mengganggu kesehatan makhluk hidup (Darmono, 2001).

Makhluk di dunia ini tanpa terkecuali sangat membutuhkan air untuk kehidupannya. Namun dengan perkembangan peradaban serta semakin bertambahnya jumlah penduduk maka aktivitas kehidupan menjadi bertambah sehingga dapat meningkatkan pencemaran air (Kusnoprnto, 1996).

Pemanfaatan bahan kimia untuk kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida yang sangat rentan mengakibatkan terjadinya

pencemar klor. Sifat petani yang mudah menerima masukan untuk memanfaatkan bahan kimia dalam kegiatan pertanian tanpa mengetahui lebih mendalam tentang akibatnya sehingga penggunaan bahan-bahan tersebut kurang tepat guna dan tepat sasaran sehingga terbuang ke lingkungan sebagai limbah (Putra Manuaba, 2007).

Air yang terdapat di alam mengandung bahan-bahan terlarut maupun bahan-bahan tersuspensi (Suprihatin, 2002). Begitu juga halnya dengan air yang berasal dari sumber mata air di Desa Sedang mengandung komponen-komponen terlarut seperti CO_2 , O_2 , N_2 , dan bahan-bahan terlarut lainnya yang terbawa dari atmosfer serta bahan-bahan terlarut yang berasal dari lingkungan sekitarnya misalnya adanya NO_3^- , NO_2^- yang berasal dari limbah pertanian maupun limbah peternakan ataupun limbah dari rumah tangga di sekitar sumber mata air tersebut. Kandungan nitrat pada beberapa sumber mata air di Desa Sedang telah tercemar nitrat dengan kadar 13,9212 mg/L s/d 19,5920 mg/L dan dengan menggunakan resin penukar anion mampu menurunkan kadar nitrat pada sumber mata air di Desa Sedang dengan efektivitas 58,70% - 89,17% (Bawa Putra, 2007).

Kandungan klor yang tinggi dalam air minum dapat menyebabkan racun bagi tubuh, namun apabila klor dalam konsentrasi yang layak tidak berbahaya bagi manusia bahkan dibutuhkan sebagai desinfektan. Adanya klor pada sumber mata air dapat berasal dari percikan dari lautan yang terbawa sebagai tetesan atau limbah-limbah lingkungan sekitarnya (Totok Sutrisno, 1991). Klor dalam air dengan konsentrasi tinggi apabila berikatan dengan Na^+ akan menyebabkan rasa asin dan dapat merusak pipa-pipa air (Mutshlar, 1991; Totok Sutrisno, 1991).

Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi maka dikembangkan berbagai cara pengolahan air minum dengan menggunakan peralatan untuk memperoleh air minum (Golongan B) agar terbebas dari berbagai pencemar yang membahayakan kesehatan (Gandjar, 1994), sehingga di perkotaan berkembang usaha penyediaan air minum isi ulang yang dikenal sebagai Air Minum Dalam Kemasan (Suprihatin, 2002). Namun hal ini tidak

terjadi dikalangan masyarakat di pedesaan, seperti halnya masyarakat di Desa Sedang untuk memenuhi kebutuhan air minumnya masih memanfaatkan sumber-sumber mata air yang terdapat di Desa tersebut.

Adanya klor dalam air minum dapat dihilangkan dengan suatu bahan yang dinamakan resin penukar anion sehingga diperoleh air minum yang bebas dari ion tersebut (Suprihatin, 2002).

Penggunaan resin penukar anion merupakan suatu cara pemisahan berdasarkan dari muatan yang dimiliki oleh molekul zat terlarut (Suprihatin, 2002). Resin penukar anion terdiri dari matriks yang bermuatan positif dan ion lawannya adalah negative (Roth, 1988; Sudjadi, 1988).

Air yang mengandung ion klor jika dilewatkan dalam resin penukar anion maka ion klor akan bertukar dengan ion penukar yang terikat pada gugus fungsi resin. Setelah air melewati resin maka ion klor terikat dalam resin dan air yang dihasilkan dari proses tersebut adalah air bebas ion klor (Roth, 1988).

Berdasarkan hal di atas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui kapasitas dan efektivitas resin penukar anion dengan sistem batch dalam mengikat ion klor dan aplikasinya.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin penukar anion, perak nitrat, indikator K_2CrO_4 , H_2SO_4 , NaHCO_3 , dan NaCl .

Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol plastik polietilen, botol semprot, gelas beker, labu ukur, erlenmeyer, tabung reaksi, kolom, statif, klem, neraca analitik, dan oven.

Cara Kerja

Titration Argentometri

Titration argentometri merupakan titration dengan menggunakan larutan perak nitrat untuk menentukan kadar halogen.



Penelitian ini menggunakan titrasi argentometri dengan metode Mohr yakni mula-mula Ag^+ yang ditambahkan bereaksi membentuk endapan AgCl berwarna putih. Apabila Cl^- sudah habis bereaksi maka kelebihan Ag^+ selanjutnya bereaksi dengan CrO_4^{2-} yang berasal dari indikator K_2CrO_4 yang ditambahkan dan membentuk endapan Ag_2CrO_4 yang berwarna merah bata, berarti titik akhir titrasi sudah tercapai.

Pembakuan larutan AgNO_3

Larutan standar NaCl 0,1 N sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 1 mL indikator K_2CrO_4 dan 1 mL larutan NaHCO_3 , kemudian dititrasi dengan AgNO_3 sampai terjadi endapan merah bata.

Konstruksi kolom resin

Konstruksi metode pengikatan klor dengan sistem batch menggunakan kolom gelas dengan diameter 2,8 cm dan panjang kolom 50 cm, diisi 50 g resin penukar anion.

Penentuan waktu jenuh resin

Dibuat larutan standar klor 400 ppm selanjutnya dipipet 40 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu ditambahkan akuades sampai tanda batas (sebanyak 9 botol), selanjutnya dimasukkan ke dalam kolom resin dan didiamkan masing-masing dengan variasi waktu 60 – 330 menit. Kemudian efluen dari masing-masing waktu dipipet 10,0 mL lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 1 mL indikator K_2CrO_4 dan 1 mL larutan NaHCO_3 , kemudian dititrasi dengan AgNO_3 sampai terbentuk endapan merah bata. Untuk mengetahui waktu jenuh, dibuat grafik antara banyaknya klor yang terikat oleh resin pada masing-masing variasi waktu tersebut.

Penentuan kapasitas dan efektivitas resin

Dibuat larutan standar klor 200, 300, 400, 500, dan 600 ppm selanjutnya masing-masing dimasukkan ke dalam kolom resin dan didiamkan selama waktu jenuh. Setelah itu efluen diambil untuk dianalisis konsentrasi klornya dengan titrasi argentometri. Kemudian

dibuat grafik antara variasi konsentrasi dengan banyaknya klor yang terikat oleh resin.

Analisis Sampel

Sampel diambil di tiga sumber mata air yang terdapat di Desa Sedang, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung, Propinsi Bali menggunakan botol polietilen di tiga titik pengambilan sampel pada masing-masing sumber mata air. Selanjutnya kandungan klornya diukur, baik sebelum lewat kolom resin dan setelah lewat kolom resin.

Perhitungan jumlah klor terikat oleh resin

Jumlah klor yang terikat oleh resin dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{Br}$$

Keterangan :

- W : jumlah klor yang terikat oleh resin (mg/g)
- C_1 : konsentrasi klor sebelum lewat resin (ppm)
- C_2 : konsentrasi klor setelah lewat resin (ppm)
- V : volume klor yang digunakan (mL)
- Br : berat resin yang digunakan (g)

Perhitungan efektivitas resin

Efektivitas resin dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Efektivitas Resin} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

Keterangan :

- C_1 : konsentrasi klor sebelum lewat resin (ppm)
- C_2 : konsentrasi klor setelah lewat resin (ppm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembakuan AgNO₃

Pembakuan larutan AgNO₃ menggunakan larutan NaCl 0,1 N. Adapun data hasil pengukuran sebagai berikut :

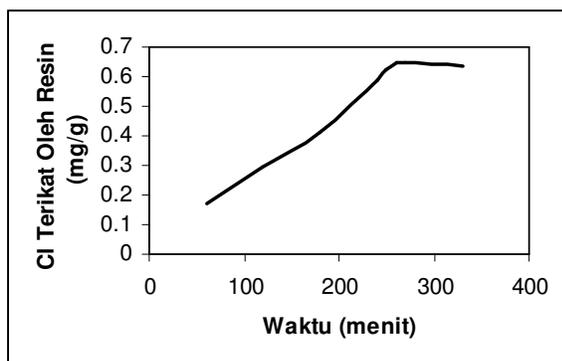
Tabel 1. Pembakuan AgNO₃

Volume NaCl (mL)	Volume AgNO ₃ (mL)	Normalitas AgNO ₃ (N)
10,0	10,05	0,0995
10,0	10,00	0,1000
10,0	10,05	0,0995
10,0	9,95	0,1005
10,0	9,95	0,1005
Rata-rata		0,1000

Berdasarkan hasil pembakuan di atas maka dapat diperoleh bahwa konsentrasi AgNO₃ adalah 0,1 N yang selanjutnya dipakai sebagai titran.

Waktu Jenuh Resin

Penentuan waktu jenuh resin terhadap klor digunakan larutan klor 400 ppm. Hal ini dikerjakan dengan mendinginkan larutan klor di dalam kolom resin penukar anion yang telah diisi 50 g resin penukar anion dengan variasi waktu terhadap klor ditentukan dengan membuat grafik antara berat klor yang terikat oleh resin (mg/g) versus waktu (menit) ternyata diperoleh waktu jenuhnya pada 260 menit.



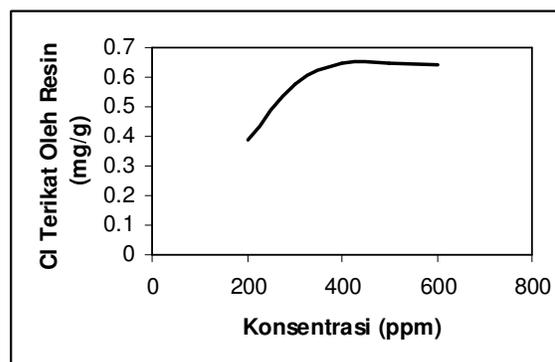
Gambar 1. Grafik Waktu Jenuh Resin

Ini berarti resin mampu mengadakan pertukaran secara efektif dengan klor pada waktu 260 menit, sedangkan di atas 260 menit tidak terjadi peningkatan jumlah klor yang terikat oleh resin karena resin telah jenuh sehingga tidak mampu lagi melakukan pertukaran dengan klor.

Kapasitas dan Efektivitas Resin

Kapasitas dan efektivitas resin terhadap klor dikerjakan dengan melewatkan larutan klor dengan beberapa variasi konsentrasi ke dalam kolom resin yang didiamkan selama waktu jenuhnya.

Kapasitas resin penukar anion didefinisikan sebagai banyaknya anion yang dapat diturunkan oleh setiap 1 g resin kering (Ravindranath, 1989), selanjutnya kapasitas resin dicari berdasarkan grafik kapasitasnya yang diperoleh dengan cara membuat grafik antara variasi konsentrasi larutan klor dengan banyaknya klor yang terikat oleh 1 g resin.

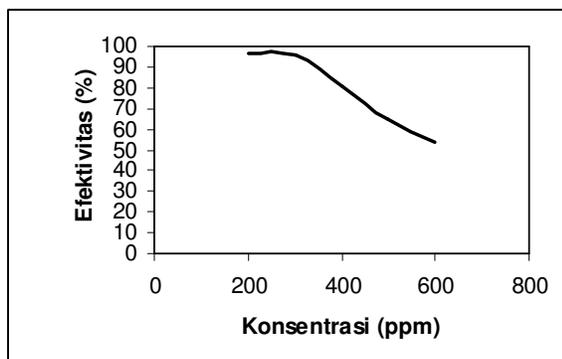


Gambar 2. Grafik Kapasitas Resin

Berdasarkan grafik kapasitas diperoleh bahwa resin mulai tampak jenuh pada penambahan klor dengan konsentrasi 400 ppm. Ini dapat dilihat dari tidak terjadinya peningkatan jumlah klor yang terikat pada resin walaupun konsentrasi klor dinaikkan karena resin sudah tidak mampu lagi melakukan pertukaran dengan klor dan diperoleh bahwa kapasitas maksimum resin terhadap klor sebesar 0,6462 mg/g dengan waktu jenuh 260 menit.

Efektivitas resin dicari berdasarkan grafik efektivitasnya yang diperoleh dengan cara membuat grafik antara konsentrasi klor yang dimasukkan ke kolom versus persen efektivitas sehingga didapatkan bahwa semakin besar

konsentrasi klor yang dilewatkan ke dalam kolom maka efektivitasnya semakin kecil dan sistem efektif menurunkan konsentrasi klor pada konsentrasi 300 ppm yaitu sebesar 94,50%.



Gambar 3. Grafik Efektivitas Resin

Menurut teori pertukaran kristal dan teori memberan Donnan bahwa asas keelektronegatifanlah yang menyebabkan terjadinya pertukaran ion dimana ion yang mempunyai keelektronegatifan lebih besar akan lebih mudah mengalami pertukaran (Khopar, 1990). Klor lebih banyak terikat oleh resin sehingga waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan jenuh akan semakin lama. Sedangkan menurut teori selektivitas mengenai afinitas bahwa ion-ion yang mempunyai afinitas yang tinggi akan memberikan pemuain yang lebih kecil bagi resin sehingga ion-ion tersebut mampu bertahan lebih kuat dan terikat lebih banyak dalam resin (Khopar, 1990).

Kadar Klor Pada Sampel

Klor pada sumber mata air di Desa Sedang Kecamatan Abiansemal Kabupaten Badung berasal dari limbah-limbah peternakan, pertanian, kotoran manusia khususnya urin, dan industri rumah tangga di sekitar sumber mata air tersebut. Selain itu, klor dapat berasal dari peresapan septic tank yang berdekatan dengan sumber mata air, dimana bahan klor yang dilepaskan oleh tinja dan air kencing melalui proses perombakan menghasilkan klor-organik yang pada akhirnya merembes ke dalam sumber mata air tersebut.

Penggunaan pestisida sangat berperan dalam menghasilkan limbah klor karena

pestisida yang mengandung klor-organik sangat mudah terlarutkan oleh perairan sehingga potensi sebagai sumber pencemar klor (Putra Manuaba, 2007), dimana sumber mata air ini berada di sekitar wilayah pertanian dan peternakan yang produktif.

Tabel 2. Data kemampuan resin menurunkan kadar klor pada sumber mata air di Desa Sedang

Sumber Mata Air	Kadar Klor (mg/L)		(Efektivitas (%))
	Sebelum lewat resin	Setelah lewat resin	
A	260,33	23,67	90,91
B	295,83	71,00	79,00
C	284,00	53,25	81,25

Berdasarkan hasil penelitian bahwa kandungan klor di ketiga sumber mata air tersebut melebihi batas yang diperbolehkan untuk air minum (batas maksimum yang diperbolehkan adalah 250 mg/L) (Anonim, 2000). Setelah dilewatkan pada resin penukar anion yang dikerjakan pada waktu jenuh resin, ternyata kadar klornya mampu diturunkan sampai di bawah batas maksimum yang diperbolehkan.

Terjadinya perbedaan kemampuan resin dalam menurunkan kadar klor di ketiga sumber mata air tersebut disebabkan adanya perbedaan komposisi kimia di ketiga sumber mata air tersebut, karena selain klor kemungkinan anion-anion lain terutama nitrat terdapat pada sumber mata air sehingga anion-anion lain tersebut ikut bersaing melakukan pertukaran dengan counter ion dari resin. Semakin besar anion kompotitornya maka semakin kecil klor yang dapat diikat oleh resin.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kapasitas resin penukar anion mengikat klor adalah 0,6462 mg/g dengan waktu jenuh 260

menit, sedangkan efektivitas resin penukar anion mengikat klor yaitu 64,50% - 97,04%.

2. Sumber mata air di Desa Sedang telah tercemar klor dengan kadar 260,33 mg/L – 295,83 mg/L dan dengan menggunakan resin penukar anion mampu menurunkan kadar klor pada sumber mata air di Desa Sedang dengan efektivitas 76,00% - 90,91%.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui kapasitas dan efektivitas resin penukar anion terhadap ion-ion seperti SO_4^{2-} , NO_2^- , dan F.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Made Arsa, Ibu Dra. Iryanti Eka Suprihatin, M.Sc., Ph.D, dan Ibu Ida Ayu Gede Widihati, S.Si., M.Si., yang telah memberikan masukan-masukan sehingga penelitian sampai penulisan karya ilmiah ini menjadi lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000, *Keputusan Gubernur Bali*, No. 515 Tahun 2000, Denpasar
- Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Penerbit UI Press, Jakarta

- Kusnoputranto, H., 1996, *Pengantar Toksikologi Lingkungan*, PP-PSL, Jakarta
- Gandjar, I. G., 1994, *Kimia Lingkungan*, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Suprihatin, 2002, *Mengamankan Air Minum Isi Ulang*, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Putra Manuaba, I. B., 2006, Cemaran Pestisida Klor-Organik Pada Air Danau Buyan Buleleng Bali, *Jurnal Kimia*, 1 (2) : 39-46
- Roth, H. J., 1988, *Analisis Farmasi*, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Sudjadi, 1988, *Metode Pemisahan*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Mutschler, E., 1991, *Dinamika Obat*, Penerbit ITB, Bandung
- Totok Sutrisno, C., 1991, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta
- Ravindranath, B., 1989, *Principles and Practice of Chromatography*, Eliss Horwood Limited, England
- Khopkar, S. M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Bawa Putra, A. A., 2007, Efektivitas dan Kapasitas Resin Penukar Anion Dengan Sistem Batch Dalam Mengikat Nitrat dan Aplikasinya Pada Air Dari Sumber Mata Air Di Desa Sedang, *Ecotrophic*, 2 (2) : 62-65