

**EFEKTIVITAS DAN KAPASITAS RESIN PENUKAR ANION  
DENGAN SISTEM BATCH DALAM MENGIKAT NITRAT  
DAN APLIKASINYA PADA AIR DARI  
SUMBER MATA AIR DI DESA SEDANG**

**A.A. Bawa Putra**

**Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia FMIPA  
Universitas Udayana, Bukit Jimbaran**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang efektivitas dan kapasitas resin penukar anion dengan sistem *batch* terhadap nitrat. Rancangan alat selanjutnya diaplikasikan untuk menurunkan kadar nitrat pada sumber mata air di Desa Sedang. Analisis kadar nitrat menggunakan spektrofotometer ultraviolet-tampak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa resin mampu menurunkan kadar nitrat hingga di bawah Baku Mutu Air Golongan B dengan efektivitas antara 99,98% - 99,99%, sedangkan kapasitasnya sebesar 0,3608 mg/g dengan waktu jenuh 190 menit.

Pengukuran beberapa sumber mata air di Desa Sedang menunjukkan bahwa sumber mata air tersebut telah tercemar nitrat (melebihi Baku Mutu Air Golongan B) dengan kadar antara 13,9212 ppm - 19,5920 ppm. Penggunaan resin mampu menurunkan kadar nitrat dalam air yang berasal dari sumber mata air tersebut hingga kadarnya dibawah Baku Mutu Air.

Kata kunci : Resin, adsorpsi, desorpsi, nitrat

**ABSTRACT**

*It has been conducted a research concerning efficiency and capacity of anion resin changing in batch system to nitrate. The subsequent tools designs are applied to decrease nitrate level to the water source at Sedang Village. Nitrate level analysis applies spectrophotometer ultraviolet-visible.*

*The result of research shows that resin is able to decrease nitrate level beyond Water Quality Standard of Group B in its effectiveness between 99.98% - 99.99%, meanwhile its capacity is at 0.3608 mg/g in concentrated period of 190 minutes.*

*The measurement of water sources in Sedang Village shows that these water sources have been polluted by nitrate (up to Water Quality Standard of Group B) for the level between 13.9212 ppm – 19.5920 ppm. The usage of resin is able to decrease level of nitrate in water coming from these water sources to their below level of Water Quality Standard.*

Keywords : Resin, adsorption, desorption, nitrate

**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 (Kusnoputranto, 1996).

Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi, maka dikembangkan berbagai cara pengolahan air minum dengan menggunakan peralatan untuk memperoleh air minum 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 di kalangan 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.

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  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ , dan bahan-bahan terlarut lainnya yang terbawa dari atmosfer, serta bahan-bahan terlarut yang berasal dari lingkungan

sekitarnya, misalnya adanya  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  yang berasal dari limbah pertanian maupun limbah peternakan ataupun limbah dari rumah tangga di sekitar sumber mata air tersebut.

Kandungan nitrat yang tinggi dalam air minum dapat menyebabkan gangguan sistem peredaran darah pada bayi. Penyakit ini disebut gejala bayi biru dengan gejala yang khas yaitu terlihat warna kebiruan pada daerah sekitar bibir dan beberapa bagian tubuh.<sup>(5)</sup> Saul (1990) melaporkan bahwa WHO mencatat 2000 kasus bayi biru di berbagai negara karena bayi tersebut diberi air minum yang mengandung 20 mg nitrat/L air. Di lain pihak, beberapa peneliti melaporkan bahwa nitrat yang direduksi oleh flora usus menjadi nitrit sehingga mengakibatkan kanker pada lambung dan saluran pernapasan (Mutschler, 1991). Adanya nitrat dalam air minum dapat dihilangkan dengan suatu bahan yang dinamakan resin penukar anion sehingga diperoleh air minum yang bebas dari nitrat. Penggunaan resin penukar anion merupakan suatu cara pemisahan berdasarkan dari muatan yang dimiliki oleh molekul zat terlarut<sup>(4)</sup>. Resin penukar anion terdiri dari matriks yang bermuatan positif dan ion lawannya adalah negatif (Roth, 1988; Sudjadi, 1988).

Air yang mengandung nitrat, jika dilewatkan dalam resin penukar anion maka ion nitrat akan bertukar dengan ion penukar yang terikat pada gugus fungsi resin. Setelah air melewati resin maka ion

nitrat terikat dalam resin dan air yang dihasilkan dari proses tersebut adalah air bebas ion nitrat.

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

## MATERI DAN METODE

### Alat dan Bahan

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, oven, dan spektrofotometer ultraviolet-tampak.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin penukar anion, kalium nitrat, sampel air, pereaksi nitrat (Brusin sulfat-Asam sulfanilat),  $H_2SO_4$ , dan NaCl.

### Metode

#### *Penentuan panjang gelombang maksimum*

Untuk menentukan panjang gelombang maksimum nitrat dikerjakan dengan memipet 5,0 ml larutan nitrat 10 ppm yang dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 ml larutan NaCl 30%. Selanjutnya tabung tersebut dimasukkan ke dalam air dingin, lalu ditambahkan 5 mL larutan  $H_2SO_4$  sambil dikocok. Kemudian ditambahkan 0,25 mL pereaksi nitrat (Brusin sulfat-Asam sulfanilat), lalu dipanaskan dalam penangas air selama 20 menit

hingga larutan berwarna kuning, lalu didinginkan. Absorbens larutan nitrat 10 ppm ini kemudian diukur pada berbagai panjang gelombang (390 - 430 nm) dengan spektrofotometer ultraviolet-tampak.

### *Kurva Baku*

Setelah panjang gelombang maksimum nitrat diperoleh, selanjutnya dibuat kurva baku larutan standar nitrat dengan cara dibuat larutan standar nitrat 1, 2, 4, 6, 8, dan 10 mL lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambah akuades sampai tanda batas. Selanjutnya masing-masing larutan dipipet 5,0 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 mL larutan NaCl 30%. Selanjutnya tabung dimasukkan ke dalam air dingin, lalu ditambahkan 5 mL larutan  $H_2SO_4$  dan dikocok. Kemudian ditambahkan 0,25 mL pereaksi nitrat (Brusin sulfat-Asam sulfanilat) dan dipanaskan dalam penangas air selama 20 menit hingga larutan berwarna kuning, lalu didinginkan. Absorbens larutan standar diukur dengan spektrofotometer ultraviolet-tampak pada panjang gelombang maksimumnya.

Kurva baku larutan standar di atas dibuat dengan cara membuat grafik absorbans versus konsentrasi. Kurva ini digunakan untuk menentukan konsentrasi nitrat dalam sampel dengan metode kalibrasi.

### ***Konstruksi Kolom Resin***

Konstruksi metode pengikatan nitrat 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 nitrat 200 ppm (8 botol) selanjutnya dimasukkan ke dalam kolom resin dan dibiarkan masing-masing selama 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 menit. Kemudian efluen dari masing-masing variasi waktu dipipet 5,0 mL lalu diperlakukan dengan pereaksi nitrat hingga berwarna kuning. Absorbansi masing-masing efluen diukur dengan spektrofotometer ultraviolet-tampak pada panjang gelombang maksimumnya. Untuk mengetahui waktu jenuh, dibuat grafik antara banyaknya nitrat yang terikat oleh resin pada masing-masing waktu.

### ***Penentuan Efektivitas dan Kapasitas Resin***

Dibuat larutan standar nitrat 100, 150, 200, 250, dan 300 ppm, selanjutnya masing-masing dimasukkan ke dalam kolom resin dan dibiarkan selama waktu jenuh. Setelah itu efluen diambil untuk dianalisis konsentrasi nitratnya dengan spektrofotometer ultraviolet - tampak. Kemudian dibuat grafik antara variasi konsentrasi dengan banyaknya nitrat yang terikat dalam 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 nitratnya diukur, baik sebelum lewat kolom resin dan setelah lewat kolom resin.

### ***Perhitungan jumlah nitrat terikat oleh resin***

Jumlah nitrat yang terikat oleh resin dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :<sup>18)</sup>

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

Keterangan :

- W : jumlah nitrat yang terikat oleh resin (mg/g)
- C<sub>1</sub> : konsentrasi nitrat sebelum lewat resin (ppm)
- C<sub>2</sub> : konsentrasi nitrat setelah lewat resin (ppm)
- V : volume nitrat 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<sub>1</sub> : konsentrasi nitrat sebelum lewat resin (ppm)
- C<sub>2</sub> : konsentrasi nitrat setelah lewat resin (ppm)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Panjang gelombang maksimum larutan nitrat

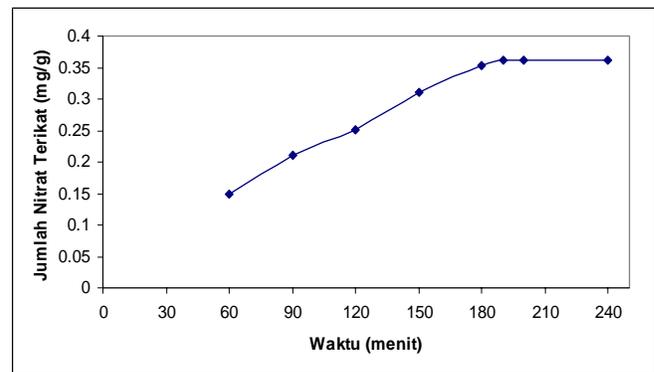
Penentuan panjang gelombang maksimum digunakan larutan nitrat 10 ppm yang diukur dengan spektrofotometer ultra violet – tampak diperoleh hasil bahwa panjang gelombang maksimumnya adalah 410 nm.

### Kurva standar nitrat

Hasil pengukuran absorbansi berbagai larutan nitrat diperoleh persamaan garis regresi linier yaitu  $y = 0,0723 \cdot x + 0,0007$  dan selanjutnya persamaan garis linier ini digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

### Waktu jenuh resin

Penentuan waktu jenuh resin terhadap nitrat digunakan larutan nitrat 200 ppm. Hal ini dikerjakan dengan mendiamkan larutan nitrat di dalam kolom resin penukar anion yang telah diisi 50 g resin penukar anion dengan variasi waktu antara 30 – 240 menit, waktu jenuh resin terhadap nitrat ditentukan dengan membuat grafik antara berat nitrat yang terikat oleh resin (mg/g) versus waktu (menit) ternyata diperoleh waktu jenuhnya pada 190 menit (Gambar 1)

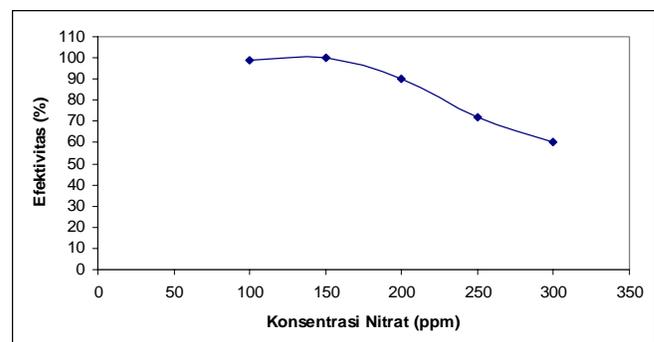


Gambar 1. Grafik waktu jenuh resin

Ini berarti resin mampu mengadakan pertukaran secara efektif dengan nitrat pada waktu 190 menit, sedangkan di atas 190 menit tidak terjadi peningkatan jumlah nitrat yang terikat oleh resin karena resin telah jenuh sehingga tidak mampu lagi melakukan pertukaran dengan nitrat.

### Efektivitas dan kapasitas resin

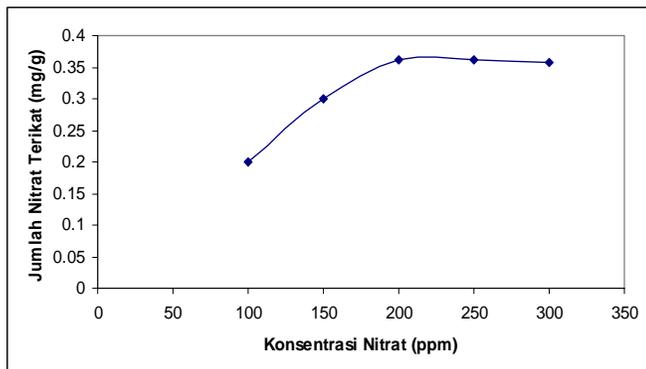
Efektivitas dan kapasitas resin terhadap nitrat dikerjakan dengan melewatkan larutan nitrat dengan beberapa variasi konsentrasi ke dalam kolom resin yang didiamkan selama waktu jenuhnya.



Gambar 2 Grafik Efektivitas Resin

Efektivitas resin dicari berdasarkan grafik efektivitas yang diperoleh dengan cara membuat grafik antara konsentrasi nitrat yang dimasukkan ke kolom versus persen efektivitas, sehingga didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi nitrat yang dilewatkan ke dalam kolom maka efektivitasnya semakin kecil dan sistem efektif menurunkan konsentrasi nitrat pada konsentrasi 150 ppm yaitu sebesar 99,98% (Gambar 2)

Kapasitas resin dicari berdasarkan grafik kapasitasnya yang diperoleh dengan cara membuat grafik antara variasi konsentrasi larutan nitrat dengan banyaknya nitrat yang terikat oleh 1 g resin.



Gambar 3 Grafik Kapasitas Resin

Berdasarkan grafik kapasitas diperoleh bahwa resin mulai tampak jenuh pada penambahan nitrat dengan konsentrasi 200 ppm (Gambar 3). Ini dapat dilihat dari tidak terjadinya peningkatan jumlah nitrat yang terikat pada resin walaupun konsentrasi nitrat dinaikkan karena resin sudah tidak mampu lagi melakukan pertukaran dengan nitrat dan

diperoleh bahwa kapasitas maksimum resin terhadap nitrat sebesar 0,3608 mg/g.

### Kadar nitrat pada sampel

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

Berdasarkan hasil penelitian bahwa kandungan nitrat ketiga sumber mata air tersebut melebihi batas yang diperbolehkan untuk air minum (batas maksimum yang diperbolehkan adalah 10 mg/L). Setelah dilewatkan pada resin penukar anion yang dikerjakan pada waktu jenuh resin ternyata kadar nitratnya mampu diturunkan sampai di bawah batas maksimum yang diperbolehkan.

Tabel 1. Data kemampuan resin menurunkan kadar nitrat pada sumber mata air di Desa Sedang

Sumber Mata Air	Kadar Nitrat (mg/L)		(Efektivitas) (%)
	Sebelum lewat resin	Setelah lewat resin	
A	139,212	15,072	89,17
B	195,920	80,908	58,70
C	148,202	30,148	79,66

Terjadinya perbedaan kemampuan resin dalam menurunkan kadar nitrat di ketiga sumber mata air tersebut disebabkan adanya perbedaan komposisi kimia di ketiga sumber mata air tersebut, karena selain nitrat kemungkinan anion-anion lain terutama klorida terdapat pada sumber mata air sehingga anion-anion lain tersebut ikut bersaing melakukan pertukaran dengan counter ion dari resin.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Efektivitas resin penukar anion mengikat nitrat yaitu 99,98% - 99,99%.
2. Kapasitas resin terhadap nitrat adalah 0,3608 mg/g dengan waktu jenuh 190 menit.
3. Sumber mata air di Desa Sedang telah tercemar nitrat dengan kadar 13,9212 mg/L s/d 19,5920 mg/L.

4. Resin penukar anion mampu menurunkan kadar nitrat pada sumber mata air di Desa Sedang dengan efektivitas 58,70% - 89,17%.

### Saran

Disarankan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efektivitas dan kapasitas resin penukar anion terhadap ion-ion seperti  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ , dan  $\text{F}^-$ .

## 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**

- Darmono, 2001, Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Penerbit UI Press, Jakarta.
- Gandjar, I.a., 1994, Kimia Lingkungan, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kusnopranto, H., 1996, Pengantar Toksikologi Lingkungan, PP-PSL, Jakarta
- Mutschler, F., 1991, Dinamika Obat, penerbit ITB, Bandung.
- Rotht, H. J., 1988, Analisis farmasi, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sudjadi, 1988, Metode Pemisahan, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Suprihatin, 2002, Mengamankan Air Minum Isi Ulang, Institut Pertanian Bogor, Bogor.