

# PENYISIHAN SENYAWA KARBON ORGANIK (COD) DAN AMMONIA DALAM SISTEM PENGOLAH ANOKSIK-AEROBIK

Tri Suryono dan Ami A. Meutia

## ABSTRAK

Keseimbangan lingkungan saat ini mengalami banyak gangguan karena meningkatnya pertumbuhan penduduk yang tinggi serta pesatnya perkembangan industri. Khususnya kualitas lingkungan perairan menurun yang berakibat pada kehidupan manusia. Sehubungan dengan itu dilakukan pengolahan air limbah untuk memperbaiki kualitas air sebelum dibuang ke perairan. Dalam penelitian ini digunakan tangki pengolah (reaktor) anoksik-aerobik yang merupakan pengolahan secara biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan zat pencemar, khususnya karbon organik dan nitrogen dalam air limbah industri maupun domestik. Tujuan penelitian ini untuk mencari alternatif sistem pengolah air limbah dan melakukan pengujian kemampuan sistem dalam menguraikan karbon organik (COD) dan ammonia di dalam air limbah.

Konsentrasi influen karbon organik (COD) yang diterapkan sekitar 1000 mg/l dengan kecepatan aliran kurang lebih 0,5 l/jam. Setelah melalui tangki pengolah anoksik-aerobik konsentrasi COD effluen (keluaran) rata-rata sebesar 20 mg/l, sehingga efisiensi rata-rata penyisihan karbon organik pada percobaan ini sebesar 96 %. Sedangkan efisiensi penyisihan ammonia adalah sebesar 91 %. Dari percobaan ini diketahui bahwa sistem pengolah anoksik-aerobik ini dapat di pakai sebagai salah satu alternatif untuk penyisihan COD maupun ammonia di dalam air limbah.

**Kata kunci :** Air limbah, pengolah secara biologis, sistem pengolah anoksik-aerobik, karbon organik, ammonia, nitrogen.

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan industri yang semakin pesat di Indonesia, selain berdampak positif berupa kemajuan pembangunan dan ekonomi juga berdampak negatif pada lingkungan, khususnya kerusakan lingkungan perairan terjadi akibat hasil kegiatan industri dan domestik yang dibuang langsung tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Apabila hal ini berlangsung terus menerus tanpa ada upaya pengolahan maka akan terjadi kekurangan sumber air bersih, padahal air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan.

Indikator yang menunjukkan lingkungan perairan sudah tercemar secara langsung adalah airnya tampak kotor dan berbau, apabila diukur kandungan karbon organiknya, seperti COD dan BOD sangat tinggi. Konsentrasi karbon organik yang

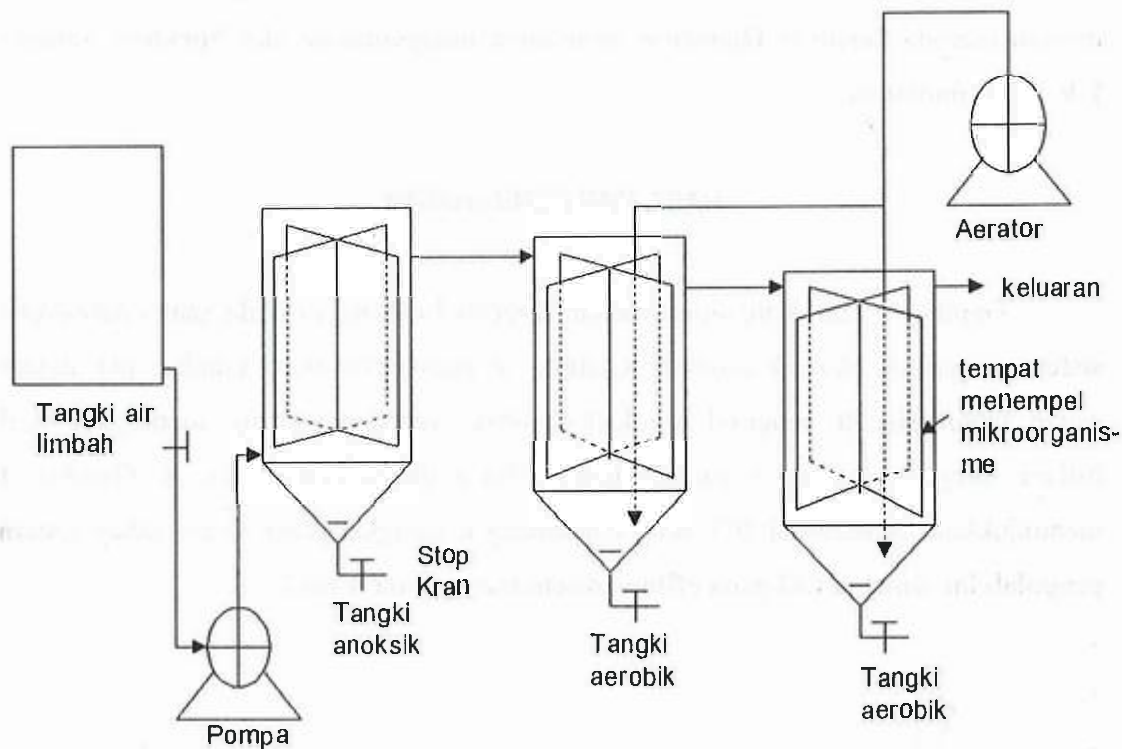
tinggi menyebabkan menurunnya kandungan oksigen terlarut di perairan tersebut dan mengganggu kehidupan akuatik di dalamnya. Sudah umum diketahui bahwa air limbah industri atau domestik dapat mengandung berbagai macam komponen yang terdiri dari karbon dan nitrogen. Untuk meningkatkan penyisihan komponen-komponen ini diperlukan tahap-tahap yang sesuai dalam sistem pengolahan air limbah. Salah satu sistem yang kami ajukan adalah sistem pengolahan yang terdiri dari tahap anoksik dan aerobik. Di dalam sistem ini diharapkan terjadi proses-proses yang dapat menurunkan konsentrasi karbon dan nitrogen sehingga secara keseluruhan penyisihannya dapat berlangsung dalam satu sistem. Proses-proses yang terjadi dalam sistem pengolahan anoksik-aerobik adalah proses penguraian oleh bakteri heterotropik, denitrifikasi dan nitrifikasi dimana mikroorganisme yang berperan penting adalah bakteri, protozoa dan rotifera (Grabinska-Loniewska, 1991). Adapun spesies-spesies yang berperan dalam proses denitrifikasi adalah *pseudomonas*, sedikit *alkaligenes* dan *acromobacter* (Takeuchi, 1991) serta *Hyphomicrobium Sp* (Timmermans & Van Haute, 1983). Keunggulan sistem ini adalah menggunakan biofilm yang menempel pada media, sehingga tidak ada *sludge* yang dihasilkan sebagai efek samping. Dengan terbentuknya biofilm pada media, luas permukaan kontak antara air limbah dan biofilm menjadi lebih besar, selain itu biaya pembuatan dan pengoperasian sistem ini cukup murah dan mudah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat efisiensi sistem pengolahan anoksik-aerobik dalam menurunkan kandungan karbon organik terutama COD dan ammonia di dalam air limbah.

## BAHAN DAN CARA KERJA

*Sistem pengolahan limbah* : Sistem pengolahan anoksik-aerobik terdiri dari tiga tangki pengolahan (reaktor) yang terbuat dari fiber glass dengan diameter 40 cm dengan tinggi 65 cm (Gambar 1). Tangki pengolahan pertama merupakan tangki anoksik dengan volume 61,87 liter, tangki pengolahan kedua dan ketiga merupakan tangki aerobik dengan volume masing-masing 58,20 liter dan 51,28 liter. Kedalam masing-masing tangki pengolahan dimasukkan media yang terbuat dari anyaman ijuk untuk tempat menempel mikroorganisme sekaligus memperluas permukaan tangki pengolahan. Luas

permukaan tangki pengolah pertama 1,17 m<sup>2</sup>, tangki pengolah kedua 1,11 m<sup>2</sup> dan tangki pengolah ketiga 0,99 m<sup>2</sup>.



Gambar 1. Skema sistem pengolah anoksik-aerobik.

*Mikroorganisme (inokulan)* : Inokulan diambil dari kultur mikroorganisme (populasi campuran) yang berasal dari buangan domestik dan industri yang telah diadaptasikan dalam waktu lama dengan pemberian substrat yang mengandung karbon organik.

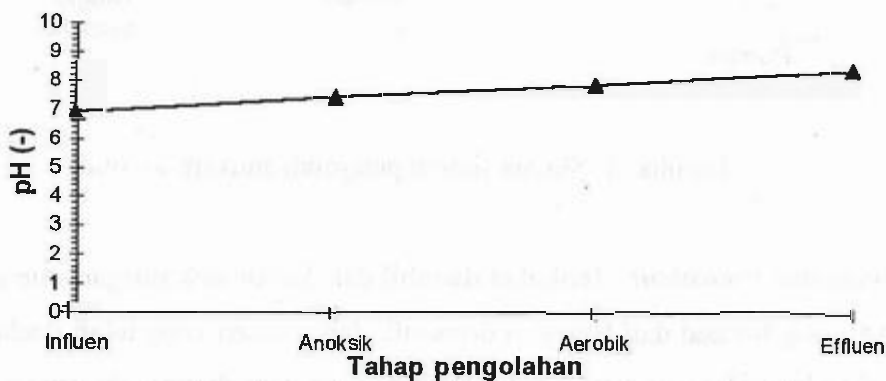
*Substrat* : Air limbah yang digunakan dalam percobaan ini merupakan air limbah buatan (sintetis) dengan komposisi gula, ammonium sulfat, kalium dihidrogenphospat, magnesium sulfat, sodium nitrat, dan kalsium klorida. Konsentrasi COD dalam substrat sintetis ini sekitar 1000 mg/l. Pada kondisi operasional pH influen sekitar 6,5, suhu di dalam sistem pengolah sesuai suhu kamar yaitu sekitar 28 °C, sedangkan kecepatan aliran rata-rata adalah 0,5 l/jam.

*Analisa* : Konsentrasi COD ditentukan dengan metoda KMnO<sub>4</sub> Boil water dan pengukuran BOD menggunakan BOD Kit ( Aqua Lytic 212, Liebherr Germany). Pengukuran pH dan suhu dengan 744 pH Meter Metrohm, sedangkan oksigen terlarut (DO) dengan DO<sub>2</sub> Meter 9071 JENWAY. Pengukuran BOD dilakukan pada

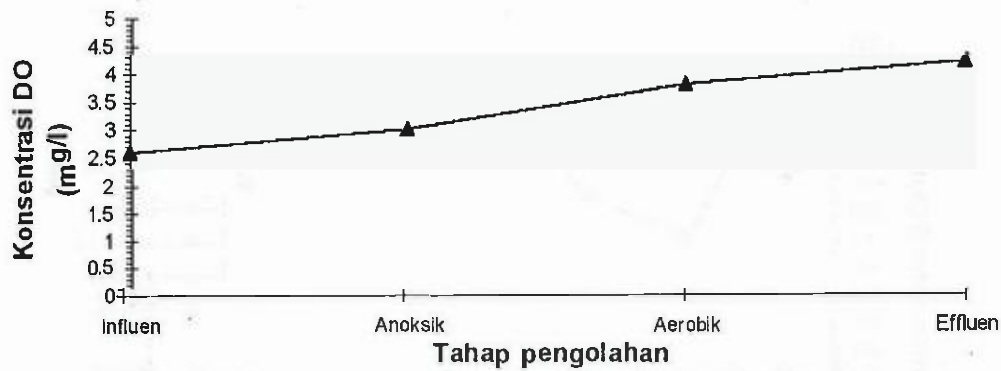
saat keadaan tunak (*steady state*) keadaan dianggap tunak bila hasil penurunan kadar COD stabil yaitu efisiensi untuk setiap pengolahan nilainya relatif tetap. Pengukuran nitrat dengan metoda Bruchine, ammonia dengan Thenate dan total N dilakukan dengan metoda Persulfat Digestion, semuanya menggunakan alat Spektrofotometer UV 1201 Shimadzu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 dan 3 memperlihatkan kondisi lingkungan pada saat operasional sistem pengolah anoksik-aerobik. Gambar 2 memperlihatkan kondisi pH dalam setiap tahap sistem pengolah anoksik-aerobik, yang cenderung meningkat dari influen dengan rata-rata 6 hingga pada effluen ditemukan sekitar 8. Gambar 3 menunjukkan konsentrasi DO yang cenderung meningkat pada setiap tahap sistem pengolah ini, dimana DO pada effluen ditemukan sekitar 4 mg/l.

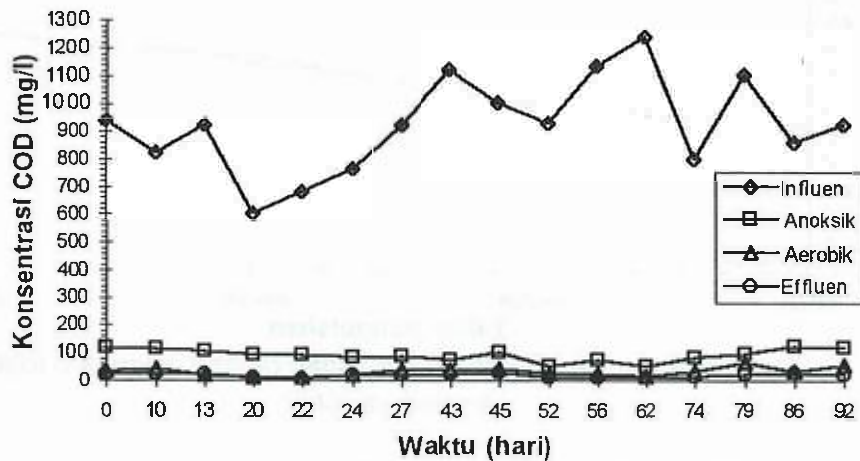


Gambar 2 Kondisi pH pada setiap tahap sistem pengolah anoksik-aerobik

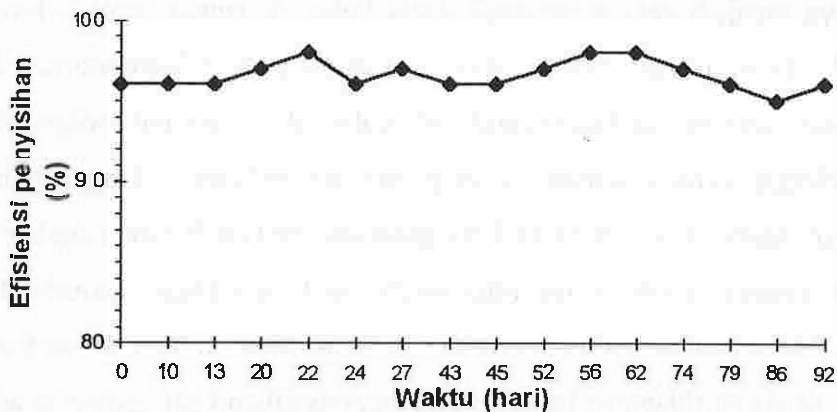


Gambar 3 Konsentrasi DO pada setiap tahap sistem pengolah anoksik-aerobik

Gambar 4 menunjukkan fluktuasi COD harian pada sistem pengolah anoksik-aerobik. Konsentrasi COD influen sekitar 1000 mg/l, setelah melalui tangki anoksik konsentrasinya menjadi sekitar 90 mg/l. Pada keluaran tangki aerobik konsentrasi COD tinggal sekitar 30 mg/l dan akhirnya konsentrasi pada effluen rata-rata 20 mg/l. Di dalam tangki anoksik, karbon organik selain diuraikan oleh mikroorganisme juga digunakan sebagai sumber karbon dalam proses denitrifikasi, sehingga konsentrasi COD menurun drastis (Gambar 6). Hal ini ditunjang oleh hasil pada Gambar 8 yang menunjukkan konsentrasi nitrat menurun setelah melewati tangki anoksik. Efisiensi penyisihan COD dalam sistem ini secara keseluruhan dapat di lihat dalam Gambar 5. Dari gambar ini dapat diketahui bahwa efisiensi penyisihan COD rata-rata adalah 96 %. Seperti halnya COD, konsentrasi BOD pada setiap tahap sistem pengolah mengalami penurunan, sehingga akhirnya pada effluen konsentrasi BOD menjadi rata-rata 22 mg/l (Gambar 7).



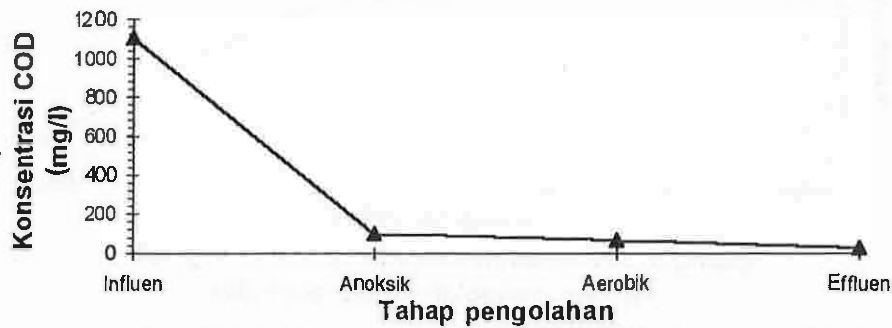
Gambar 4 Fluktuasi harian konsentrasi COD di dalam sistem pengolah anoksik-aerobik



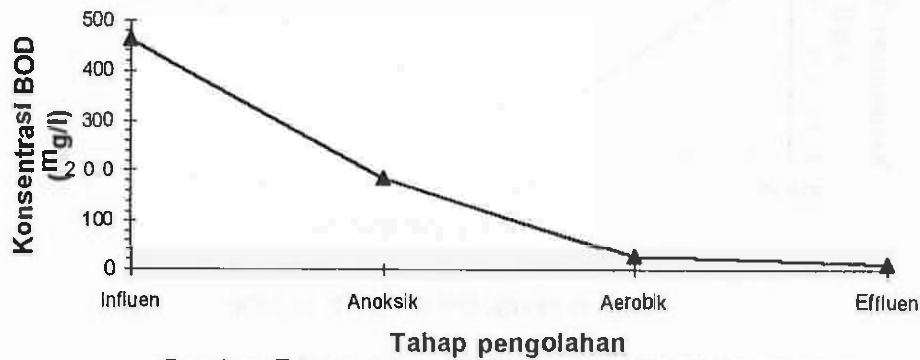
Gambar 5 Efisiensi penyisihan COD di dalam sistem pengolah anoksik-aerobik

Dari Gambar 6 tampak hanya sedikit terjadi penurunan konsentrasi COD setelah tangki aerobik, karena di dalam tangki aerobik ini diharapkan terjadi proses nitrifikasi dimana ammonia yang ada di dalam air limbah diuraikan menjadi nitrat. Hal ini didukung oleh Gambar 9 dimana konsentrasi ammonia menurun setelah melewati tangki aerobik dan Gambar 8 yang memperlihatkan bahwa konsentrasi nitrat meningkat kembali setelah melewati tangki aerobik (yang merupakan hasil proses nitrifikasi). Jadi, jelas bahwa di dalam tangki pengolah kedua (aerobik) terjadi proses nitrifikasi. Konsentrasi ammonia pada setiap tahap menurun sampai akhirnya pada efluen ditemukan sekitar 0,3 mg/l (Gambar 9). Tetapi karena berlangsungnya proses nitrifikasi pada tangki kedua, maka konsentrasi nitrat meningkat kembali. Hal ini menyebabkan konsentrasi total N meningkat kembali pada akhir tahap sistem ini

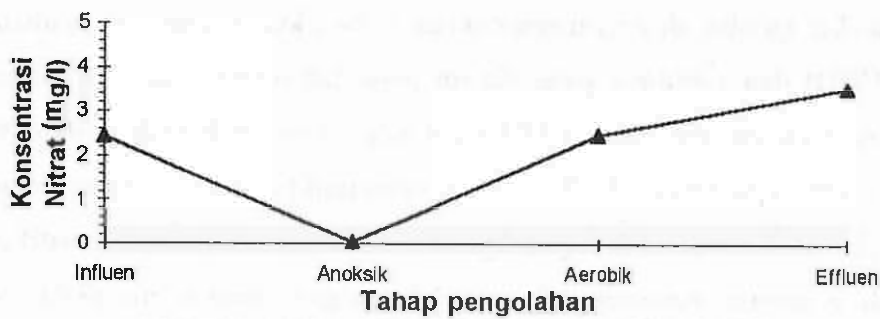
(Gambar 10). Untuk mengatasi hal ini perlu ditambahkan satu tahap anoksik lagi pada akhir sistem sehingga konsentrasi nitrat dan total N dapat turun kembali.



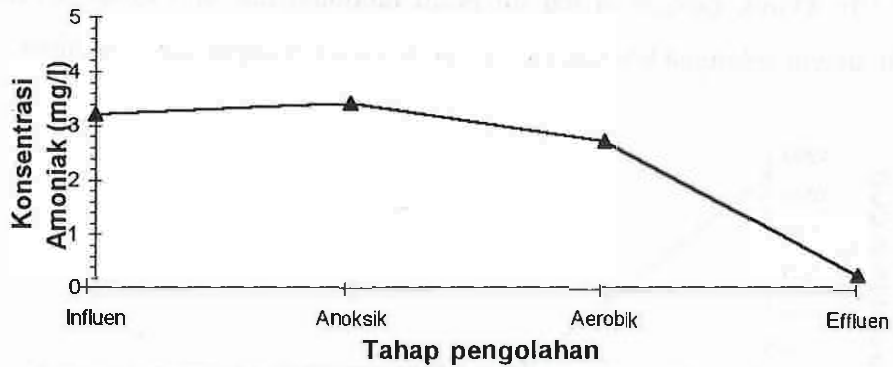
Gambar 6 konsentrasi COD pada setiap tahap sistem pengolah anoksik-aerobik



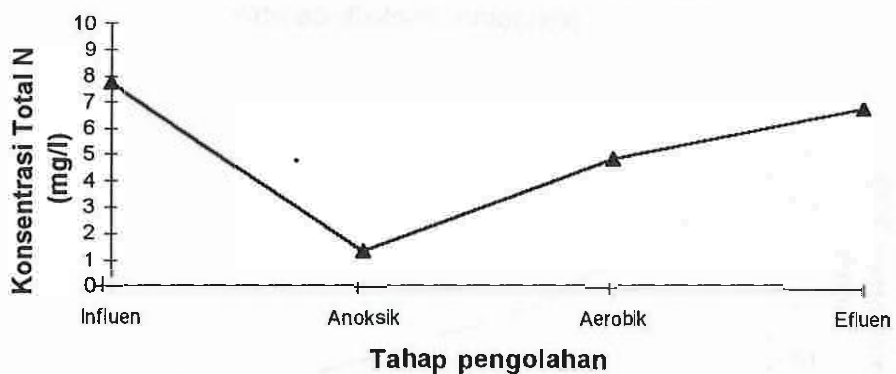
Gambar 7 konsentrasi BOD pada setiap tahap sistem pengolah anoksik-aerobik



Gambar 8 Konsentrasi nitrat pada setiap tahap sistem pengolah anoksik-aerobik



Gambar 9 Konsentrasi amonia pada setiap tahap sistem pengolah anoksik-aerobik



Gambar 10 Konsentrasi Total N pada setiap tahap sistem pengolah anoksik-aerobik

### KESIMPULANDANSARAN

Gambar-gambar di atas menunjukkan bahwa kemampuan penyisihan karbon organik (COD) dan ammonia pada sistem pengolah anoksik-aerobik sangat besar. Dimana kemampuan penyisihan COD yang ada dalam air limbah adalah 96 % dan penyisihan ammonia sebesar 91 %. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengolah air limbah secara anoksik-aerobik dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengolah air limbah domestik maupun industri. Sehubungan dengan itu perlu dilakukan pengujian dengan air limbah sebenarnya. Untuk melengkapi sistem ini dalam menyisihkan semua komponen nitrogen diperlukan satu tahap anoksik tambahan pada akhir sistem.



## DAFTAR PUSTAKA

- Grabinska-Loniewska A. (1991). Denitrification unit biocenosis. *Wat. Res.*, 25, 1565-1573.
- Takeuchi J. I. (1991). Influence of nitrate on the bacterial flora of activated sludge under anoxic conditions. *Wat. Sci. Tech.*, 23, (4-6), 765-772.
- Timmermans P. and Van Haute A. (1983). Denitrification with methanol. *Wat. Res.*, 17, 1249-1255

