

**KINERJA ANAEROBIK-AEROBIK UPFLOW BIOFILTER  
UNTUK MENGOLAH LIMBAH DOMESTIK**

Oleh :  
Tuahta Tarigan\*)

**ABSTRACK**

*Performance of Anaerobic-Aerobic upflow-bed reactor (were performed in four reactor C1 - C4) was studied. For oxygen supply compressed air was used and experiments were carried out with synthetic waste similar to wastewater from domestic. Flow rate of wastewater is 600 ml/hour, the influent DOC (dissolved organic carbon) and  $NH_4-N$  concentration is 108 mg/L and 31 mg/L respectively. The results showed effluent DOC and  $NH_4-N$  decrease 10.7 to 2.2 mg/L and 11.0 to 0.001 mg/L and removal efficiency > 90 %.*

Key Words : anaerobic-aerobic UpFlow, Synthetic Waste, DOC,  $NH_4-N$

**ABSTRAK**

Telah dilakukan kinerja reaktor anaerobik-aerobik UpFlow dalam skala laboratorium dengan volume totalnya 14 L (empat reaktor). Limbah yang akan diolah adalah limbah sintetik yang bebannya hampir sama dengan limbah dari buangan rumah tangga (MCK), yaitu dengan konsentrasi rata-rata DOC (*karbon organik terlarut*) dan amoniak masing-masing 108 mg/L dan 31 mg/L. Penelitian ini diuji pada kecepatan alir 600 ml/Jam, pada reaktor aerobik udaranya dipompa dengan aerator dan suhu pada reaktor tetap 25 °C.

Hasilnya tampak dari penurunan konsentrasi, DOC dari 10.7 mg/L pada kolom pertama (C1) sampai 2.2 mg/L pada kolom empat (C4). Untuk amoniak pada kolom pertama (C1) 11.0 mg/L dan pada kolom empat (C4) 0.001 mg/L. Dapat disimpulkan untuk penyisihan karbon organik oleh Anaerobik-Aerobik Upflow filter sangat efisien (> 90 %).

Kata Kunci : anaerobik-aerobik UpFlow, limbah sintetis, DOC,  $NH_4-N$

\*) Staf Peneliti Puslitbang Limnologi, LIPI

## PENDAHULUAN

Sistim *UpFlow* anaerobik filter pertama dikembangkan oleh Young dan Mc Carty (1967), dengan media mikroorganismenya dari batuan dan plastik. Percobaan ini digunakan untuk mengolah limbah rumah tangga (domestik) dan industri yang kandungan organiknya relatif rendah. Pengolahan limbah secara anaerobik adalah salah satu diantara beberapa pengolahan limbah yang ada, memiliki sludge yang relatif sedikit dan relatif mudah dioperasikan. Di negara-negara maju (sub tropis) pengolahan limbah secara anaerobik banyak dipergunakan untuk mengolah limbah dari industri dan domestik, karena suhu dari reaktor dapat dikontrol.

Pertumbuhan mikroorganisme yang berfungsi sebagai pemakan polutan untuk menjaga agar tetap hidup, yang harus diperhatikan seperti, nitrogen fosfat dan vitamin-vitamin lainnya Bryant, (1979). Stafford *et al*, (1980) mengemukakan pH media harus dijaga dalam kondisi netral.

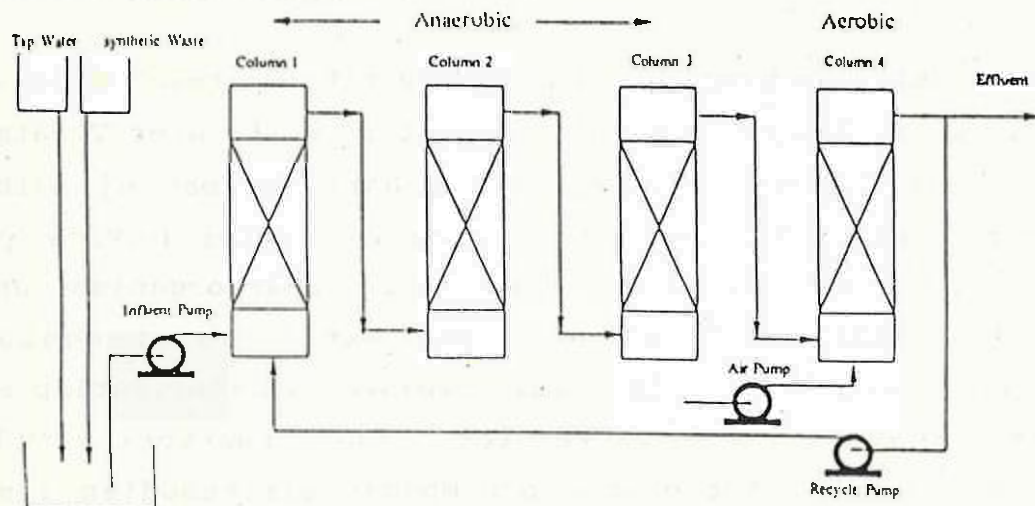
## BAHAN DAN METODE

Penelitian pengolah limbah domestik ini telah dilakukan dalam skala laboratorium di "Laboratory Wastewater Treatment Hiroshima University", selama 100 hari. Limbah uji dibuat secara sintetik (tabel 1), sistem biofilter *UpFlow* yang digunakan adalah anaerobik dan aerobik. Mikroorganisme untuk benih diambil dari proses lumpur aktif unit pengolahan limbah domestik kota Hiroshima, sebanyak 4 Liter. Setiap satu liter dimasukkan kedalam reaktor (ada 4 reaktor) kemudian dijadikan 3.5 Liter dengan penambahan air, kemudian limbah sintesis dialirkan secara kontinyu. Setelah operasi, lumpur

dibuang 100 ml setiap harinya (selama 10 hari) ini dilakukan untuk memperoleh mikroorganismenya baru yang sesuai dengan kondisi operasi dalam penelitian ini.

Konstruksi "Up Flow anaerobic - aerobic filter" dibuat dalam skala laboratorium, reaktornya terdiri dari empat kolom (tiga kolom anaerobik satu kolom aerobik), dengan volume reaktor 3,5 Liter. Kecepatan alir (*flow rate*) ditentukan sebesar 600 ml/Jam dengan menggunakan pompa peristaltik (*peristaltic pump*). Suhu di reaktor ditetapkan sebesar 25<sup>0</sup>C dengan temperatur kontrol. Pada kolom aerobik (kolom empat) ditetapkan oksigen terlarut sebesar 6 mg/L dengan aerator kontrol, yang gunanya untuk menyuplai oksigen minimal 0,2 mg/L oksigen terlarut kedalam kolom anaerobik (*influent*) (gambar 1). Kandungan bahan kimia dilarutkan dengan air 10 Liter, sebelum masuk kedalam reaktor (*influent*) dicampur dengan air dengan perbandingan (1 : 20). Dari larutan ini secara Stoichiometry (Speece, 1983) diperkirakan BOD = 230 mg/L, COD = 250 mg/L, DOC = 108 mg/L dan NH<sub>4</sub>-N = 31 mg/L.

Pengukuran DOC menggunakan TOC 500, Shimadzu dan NH<sub>4</sub>-N menggunakan UV - 180 Spectrophotometer Shimadzu dan standard methodes (APHA, 1985).



Gambar 1. Reaktor Anaerobik-Aerobik Up Flow

Tabel 1 . Bahan kimia untuk limbah sintetis

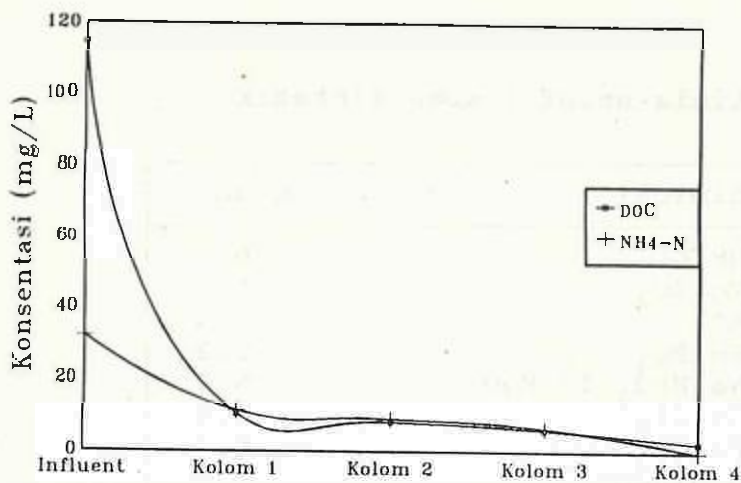
Chimical	gram
NH <sub>4</sub> CL	20
Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2
KCL	1.4
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2.2
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 12 H <sub>2</sub> O	5.8
Ca Cl <sub>2</sub>	1.4
Fe CL <sub>3</sub> 6H <sub>2</sub> O	0.2
D-Glucose	30
Sodium Glutamate	30
Na OH	0.6
Na H CO <sub>3</sub>	50

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan air buangan secara biologi pada saat ini adalah relatif murah diantara pengolahan air buangan yang ada. Mikroorganisme memegang peranan penting dalam pengolahan ini, yang aktifitas dan pertumbuhannya tergantung terhadap suhu dan pH (Benefield at al, 1975). Rentang suhu air buangan yang optimum bagi mikroorganisme untuk mendegradasi organik karbon 15 - 32<sup>0</sup>C, dan pH air buangan berkisar 6.5 - 7.5 (Wilkinson, 1975).

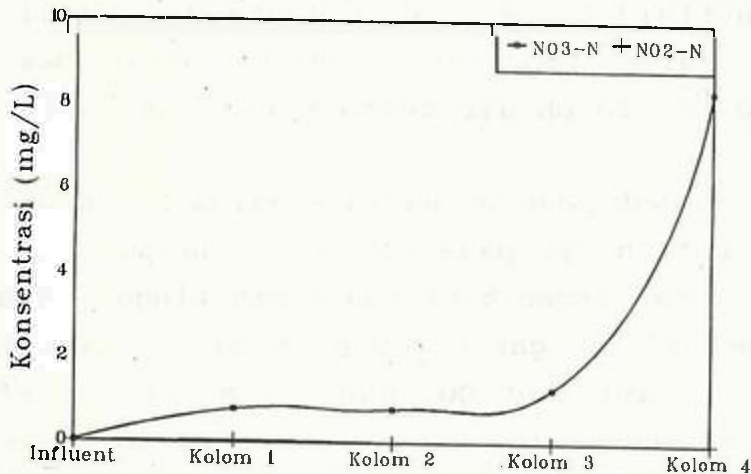
Pada penelitian ini suhu dan pH masing-masing 25<sup>0</sup>C dan 5 - 7.5 . Terjadinya pH 5 hanya pada kolom pertama, hal ini karena pada kolom ini beban organik karbon masih tinggi, dan proses ini selalu menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang tinggi sehingga pH turun. Dari gambar 2, influent DOC dan NH<sub>4</sub>-N konsentrasinya diperkirakan masing-masing 108 mg/L dan 31 mg/L, sedangkan dari hasil pengukuran rata-rata 114.7 mg/L dan 32.4 mg/L.

Pada kolom pertama (C1) DOC efluent 10.4 mg/L, C2 = 8.2 , C3 = 6.0 dan C4 = 2.4 mg/L, sedangkan NH<sub>4</sub>-N efluent pada C1 = 11.3, C2 = 9.1, C3 = 6.5 dan C4 = 0.001 mg/L.



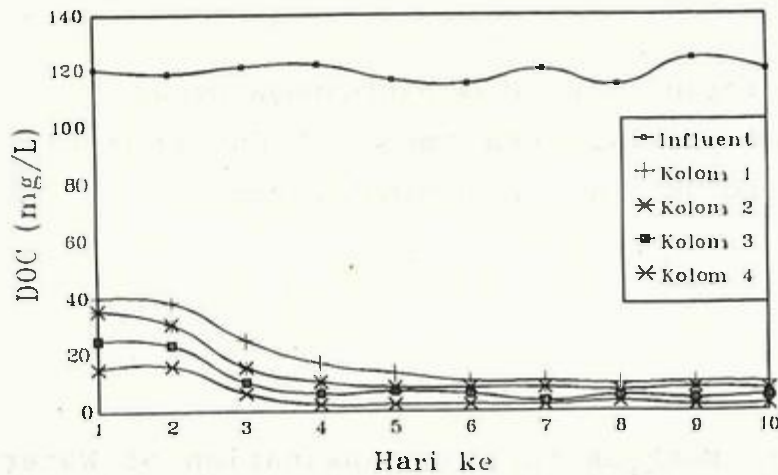
Gambar 2. Perubahan DOC dan NH4-N pada Setiap Kolom

Dari gambar 3 menunjukkan proses nitrifikasi terbentuk mulai pada kolom pertama dimana  $\text{NO}_2\text{-N}$  konsentrasinya 0.001 mg/L, proses ini terjadi karena effluent pada kolom empat (aerobik) dikembalikan lagi ke influent (recycle). McHarness & McCarty (1975) mengemukakan proses kecepatan nitrifikasi akan terjadi dimana effluent yang mengandung oksigen terlarut dialirkan kembali ke influent. Hal ini juga dapat terlihat pada kolom empat (C4) dengan terjadinya kenaikan  $\text{NO}_3\text{-N}$ .



Gambar 3. Perubahan  $\text{NO}_3\text{-N}$  dan  $\text{NO}_2\text{-N}$  pada Setiap Kolom

Dari gambar 4 tampak konsentrasi DOC pada setiap kolom hampir tetap walaupun ada perbedaan sekitar 10 %, dan ini masih dalam toleransi. DOC ini merupakan yang pertama sekali ditetapkan sebelum parameter-parameter yang lain diukur.



Gambar 4. Pengukuran DOC dalam Keadaan Tunak (*steady state*)

#### KESIMPULAN

Dari pengamatan pengolah limbah domestik secara anaerobik, jumlah sludge relatif sedikit dan kemungkinan *clogging* sangat kecil.

Kelemahannya waktu stabil untuk mencapai waktu tunak (*steady state*) relatif lama jika dibandingkan secara aerobik.

Tingkat efisiensi dari pengolah limbah yang telah dicoba > 90%.

#### SARAN

Pengolahan limbah domestik secara aerobik cukup layak untuk dikembangkan di negara tropis seperti Indonesia, karena suhu udaranya relatif stabil.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuannya kepada :

Prof. Mitsumasa Okada, Department of Environmental Science, Faculty of Engineering, Hiroshima University.

Sigit Setiadi, BPPT.

## DAFTAR PUSTAKA

APHA, 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 16<sup>th</sup> edition. American Public Health Association, Washington, D.C. 1533 pp.

Benfield, L.D., C.W. Randall, and P.H. King, 1975. The Stimulation of Filamentous Microorganisms in Activated Sludge by High Oxygen Concentration. Water, Air and Soil Pollution, (5):113 -126.

Bryant M.P. 1979 Microbial Methane Production Theoretical Aspects. J. Anim, Sci. (48):193 -120.

McHarness, D.D., and P.L. McCarty. 1975 Field Study of Nitrification With the Submerged Filter, Journal of the Water Pollution Control Federation, (47):291 - 298.

Speece R.E. 1983 Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewater Treatment, Envir. Sci. Technol (17):416 - 427.

Stafford D.A., Hawkes D.L and Horton R. 1980 Methane Production From Waste Organic Matter. CRC Press, West Palm Beach, Fla. 316 pp.

Wilkinson, J.F. 1975 Introduction to Microbiology, Halsted Press, a Division of John Wiley & Sons, Inc, New York. 528 pp.

Young, J.C., and P.L. McCarty. 1967, The Anaerobic Filter for Waste Treatment, Proceedings, 22<sup>nd</sup> Industrial Waste Conference, Purdue University, West Lafayette, Ind. 129 - 136.