

PENGEMBANGAN BAKTERI ANAEROB LOKAL UNTUK MENGOLAH AIR LIMBAH ORGANIK

Oleh :

*Dhanus Suryaman *)*
Hartaya
*Rahyani Ermawati**)*
Walidin
Sunardi

Abstract

The research on lokal anaerobic bacteria for degradation of organic waste water was carried out by draw-and-fill methods, at room temperature of 30 ± 2 °C. At initial stage, synthetic waste water was used. At a TOC loading rate of 0,5 g/l/d had no major effects on the seed from cattle breeding waste disposal lagoon, river bottom and acclimated granular bacteria, TOC removal efficiency was high about 95 %. However, TOC removal efficiency of the seed from paper industrial waste disposal lagoon was not stable, decreased during the time of treatment, it indicated that the degradation process was only on acidification step.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia saat ini untuk mengolah air limbah organik baik secara aerobik maupun anaerobik masih banyak menggunakan bakteri impor. Akan tetapi sebenarnya bakteri impor tersebut tidak sesuai dengan kondisi Indonesia karena perbedaan temperatur dan karakteristik limbah asal mulanya. Dalam rangka mengembangkan penggunaan bakteri anaerob lokal untuk mengolah air limbah organik maka dilakukan penelitian dengan cara mem-biakkan bakteri yang berasal dari berbagai sumber, diantaranya lumpur dasar sungai,

lumpur buangan tempat pemotongan sapi dan lumpur buangan pabrik kertas. Sebagai pembanding digunakan bakteri anaerob yang sudah teraklimasi dari Jepang. Dari penelitian ini diharapkan diperoleh bakteri anaerob lokal yang paling efektif mendegradasi air limbah organik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penguraian anaerob terdiri dari serangkaian proses mikrobiologis yang mengubah senyawa organik menjadi metan. Gejala-gejala mikrobiologis dalam proses metanogenesis telah ditemukan lebih dari satu abad yang lalu. Sedangkan beberapa jenis mikroorganisme yang terlibat dalam proses aerobik maupun anaerobik terutama adalah bakteri.

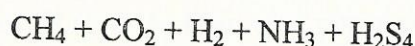
*) Staf Peneliti
Kedeputan Bidang Analisis Sistem
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)

**) Staf Peneliti
Balai Penelitian Pupuk dan Petrokimia
Balai Besar Industri Kimia

Proses anaerobik sudah lama digunakan untuk menstabilkan lumpur limbah dan saat ini juga telah digunakan untuk mengolah air limbah industri. Keuntungan-keuntungan proses anaerobik dibandingkan dengan proses aerobik adalah sebagai berikut :

1. Tidak membutuhkan oksigen, sehingga tidak menambah biaya pengolahan.
2. Menimbulkan sedikit lumpur (3 - 20 x lebih kecil dari pada proses aerobik).
3. Menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai sumber energi.

Bahan Organik



Ada dua jenis bakteri yang terlibat dalam perubahan bahan-bahan organik kompleks menjadi molekul-molekul sederhana seperti metana dan karbon dioksida yaitu bakteri pembentuk asam (asidifikasi) dan bakteri pembentuk metana (metanogenesis).

III. BAHAN DAN METODA

III.1. Bahan

Sebagai sumber bakteri anaerob digunakan lumpur yang berasal dari beberapa tempat yaitu bak pembuangan pemotongan sapi (Cakung, Jakarta), dasar sungai (Sungai Ciliwung, Jakarta) dan bak pembuangan air limbah industri kertas (PT. Kertas Bekasi Teguh, Bekasi). Sebagai pembanding digunakan bakteri anaerob impor yang berasal dari TIPPT project (Jakarta). Air limbah yang digunakan untuk pembiakan bakteri anaerob tersebut adalah air limbah buatan dengan komposisi sebagai berikut (dalam 1 liter air) : Glukosa 35 g/l, gula 35 g/l, K_2HPO_4 3 g/l, KH_2PO_4 2 g/l, NH_4HCO_3 5 g/l, Na_2CO_3 3 g/l, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 1 g/l.

4. Sesuai untuk air limbah industri yang mempunyai kandungan organik tinggi.

Berbagai mikroorganisme terutama bakteri terlibat dalam perubahan senyawa-senyawa organik kompleks menjadi menjadi metana. Dalam penguraian air limbah secara anaerobik terjadi suatu interaksi sinergis antara berbagai macam kelompok bakteri. Reaksi total dalam proses pengolahan anaerobik tersebut adalah sebagai berikut :

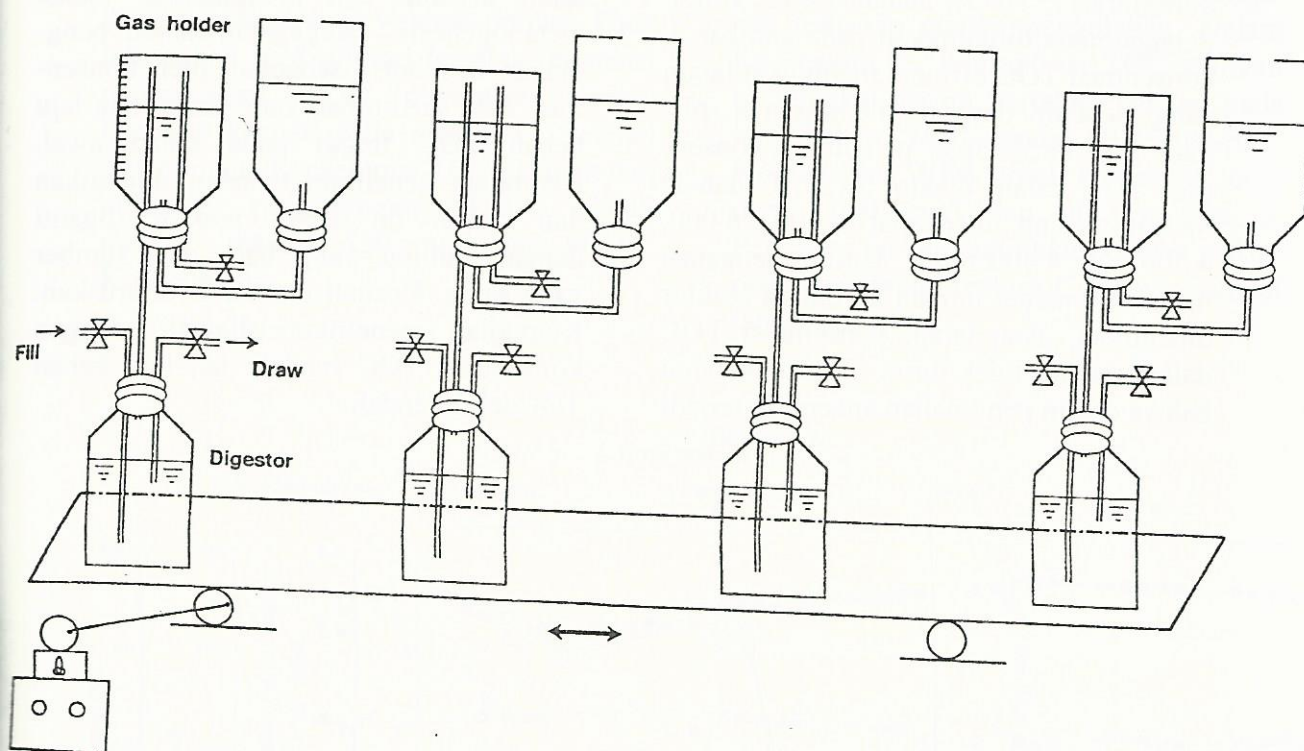
Konsentrasi TOC dan pH air limbah buatan tersebut masing-masing 27.000 mg/l dan 9,45.

III.2. Metoda Penelitian

Gambar 1. Menunjukkan peralatan yang digunakan dalam pengolahan secara anaerobik, terdiri dari botol-botol gelas sebagai reaktor (volume kerja 400 ml) yang ditutup dengan karet penutup. Botol ditempatkan di dalam suatu kotak yang digerakkan secara periodik (selama 2 menit dengan interval 30 menit) untuk mengaduk cairan yang ada dalam botol. Gas yang dihasilkan terkumpul dan diukur volumenya dalam suatu botol pengumpul gas (gas holder). Penelitian dilakukan pada temperatur ruangan yaitu sekitar 31 °C. Lumpur sebanyak 400 ml ditempatkan dalam botol reaktor (botol A untuk lumpur dari tempat pemotongan sapi, botol B untuk lumpur dari dasar sungai, botol C untuk lumpur dari pabrik kertas dan botol D untuk bakteri anaerob impor berupa granular). Udara yang masih berada dalam botol reaktor maupun gas holder dikeluarkan dengan menginjeksikan gas N_2 .

Penelitian dilakukan setiap hari dengan metoda umpan dan buang, yaitu setelah membuang air limbah yang telah diolah (effluent), air limbah yang akan diolah (influent) dimasukkan ke dalam botol reaktor dengan jumlah yang sama. Dengan

menaikkan volume umpan dan buang secara bertahap akan diperoleh laju beban maksimum yang diharapkan. Penelitian dengan laju beban tertentu diterapkan selama dua sampai tiga minggu untuk memperoleh data yang diharapkan.



Gambar 1. Skema peralatan untuk pengolahan secara anaerobik skala laboratorium

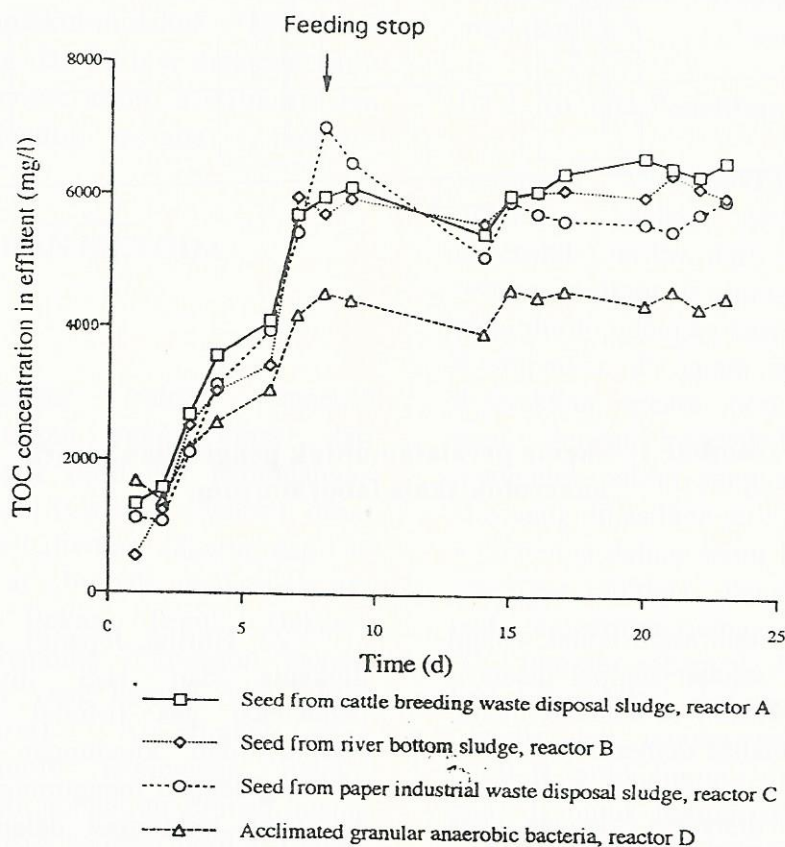
Konsentrasi TOC dan asam lemak volatil (VFA) dianalisa setelah sampel disentrifugasi pada 3000 rpm selama 20 menit. TOC terlarut dianalisa dengan TOC auto-analyzer (TOC - 5000; Shimadzu, Jepang). VFA dianalisa dengan gas chromatograph (GC - 14B; Shimadzu, Jepang). pH diukur dengan pH meter

(F - 22; Horiba, Jepang). Gas karbon dioksida dan H_2S diukur dengan pendeteksi gas (Model 801; Gastec, Jepang) dan kandungan gas metana dihitung dengan mengurangi jumlah total gas yang terkumpul dalam gas holder dengan jumlah karbon dioksida dan H_2S yang telah diukur.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal, air limbah buatan dengan konsentrasi TOC 27.000 mg/l diumpungkan ke dalam reaktor pada laju umpan 14 ml/hari (laju beban TOC 0,9 g/l/hari), sehingga pada kondisi awal tersebut konsentrasi TOC adalah 945 mg/l. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2, konsentrasi TOC effluent meningkat tajam yang sejalan dengan menurunnya pH. Pada hari ke delapan penelitian, konsentrasi TOC dalam reaktor A, B, C dan D masing-masing mencapai 6.100, 6.000, 6.500, dan 4.400 mg/l. Untuk mengatasi masalah tersebut umpan ke dalam reaktor dihentikan, akan tetapi konsentrasi TOC dalam reaktor tidak turun. Telah diketahui bahwa dalam pengolahan anaerobik terjadi

dua langkah reaksi secara berurutan yaitu asidifikasi dan metanogenesis. Kenaikan konsentrasi TOC effluent secara tajam adalah sebagai akibat dari laju reaksi asidifikasi lebih besar dari laju reaksi metanogenesis, oleh karena itu pH dalam reaktor turun karena terbentuknya asam-asam organik dan menghambat reaksi metanogenesis. Kegagalan dalam pengolahan tersebut disebabkan oleh konsentrasi TOC air limbah yang tinggi dan laju beban TOC tinggi pada tahap awal. Kemudian penelitian tersebut dihentikan dan cairan di dalam reaktor diganti dengan lumpur yang baru dari sumber yang sama. Kecuali reaktor D diteruskan. Kemudian penelitian diawali dengan konsentrasi TOC rendah dan laju beban TOC lebih rendah.

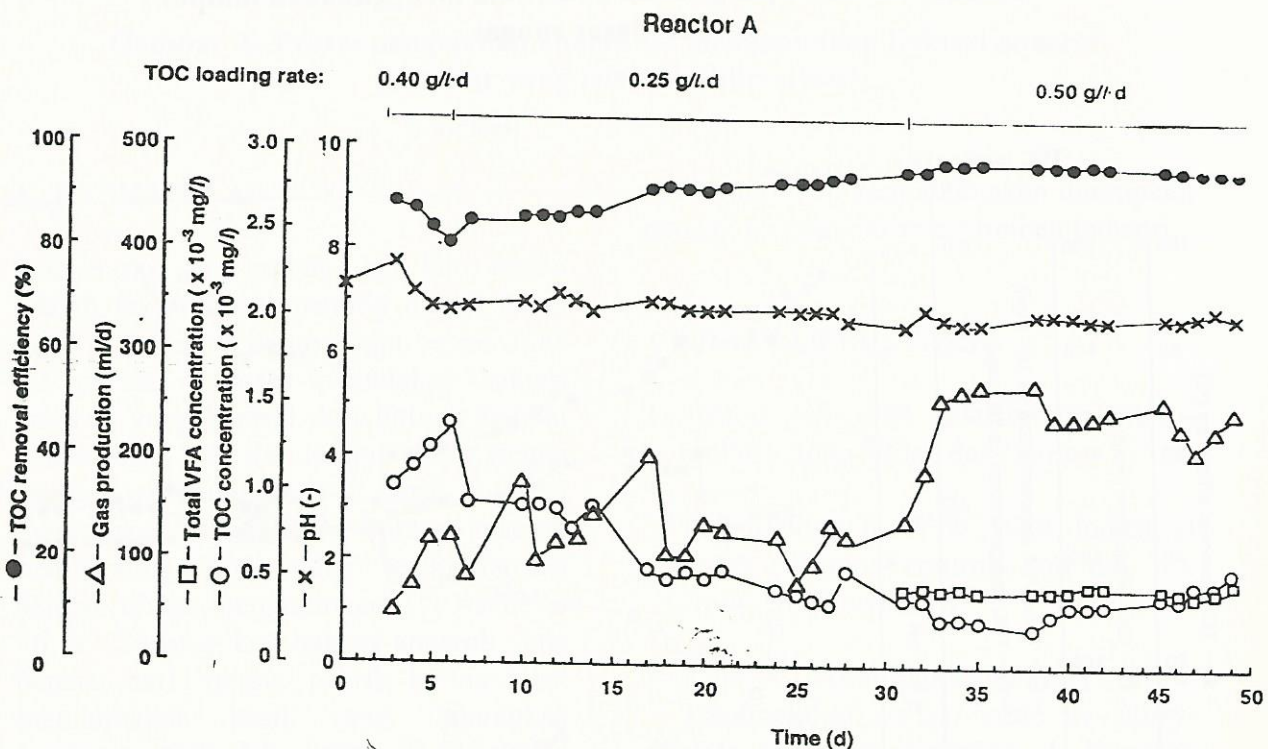


Gambar 2. Perubahan konsentrasi TOC effluent selama pengolahan anaerobik dengan air limbah buatan baku

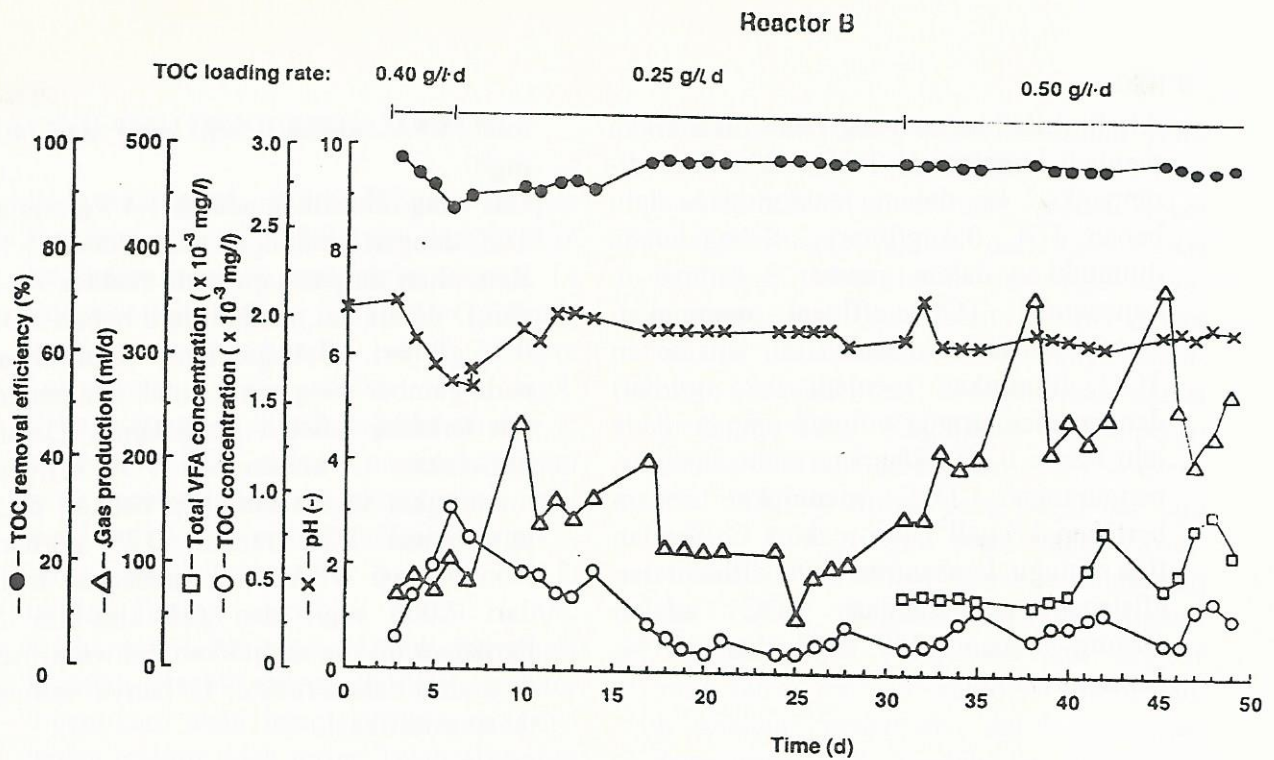
Air limbah buatan yang telah diencerkan menjadi konsentrasi TOC 9.000 mg/l di-umpankan ke dalam reaktor pada laju beban TOC 0,4 g/l/hari. Sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 3 sampai 6, konsentrasi TOC effluent meningkat. Untuk mengatasi masalah ini, laju beban TOC diturunkan menjadi 0,25 g/l/hari dengan mengurangi volume umpan. Pada laju beban 0,25 g/l/hari tersebut, efisiensi pengurangan TOC meningkat secara bertahap kecuali pada reaktor C. Setelah tiga minggu, konsentrasi TOC effluent dan efisiensi pengurangan TOC adalah masing-masing 350 mg/l dan 96 %. Konsentrasi

total VFA adalah lebih kecil dari 400 mg/l.

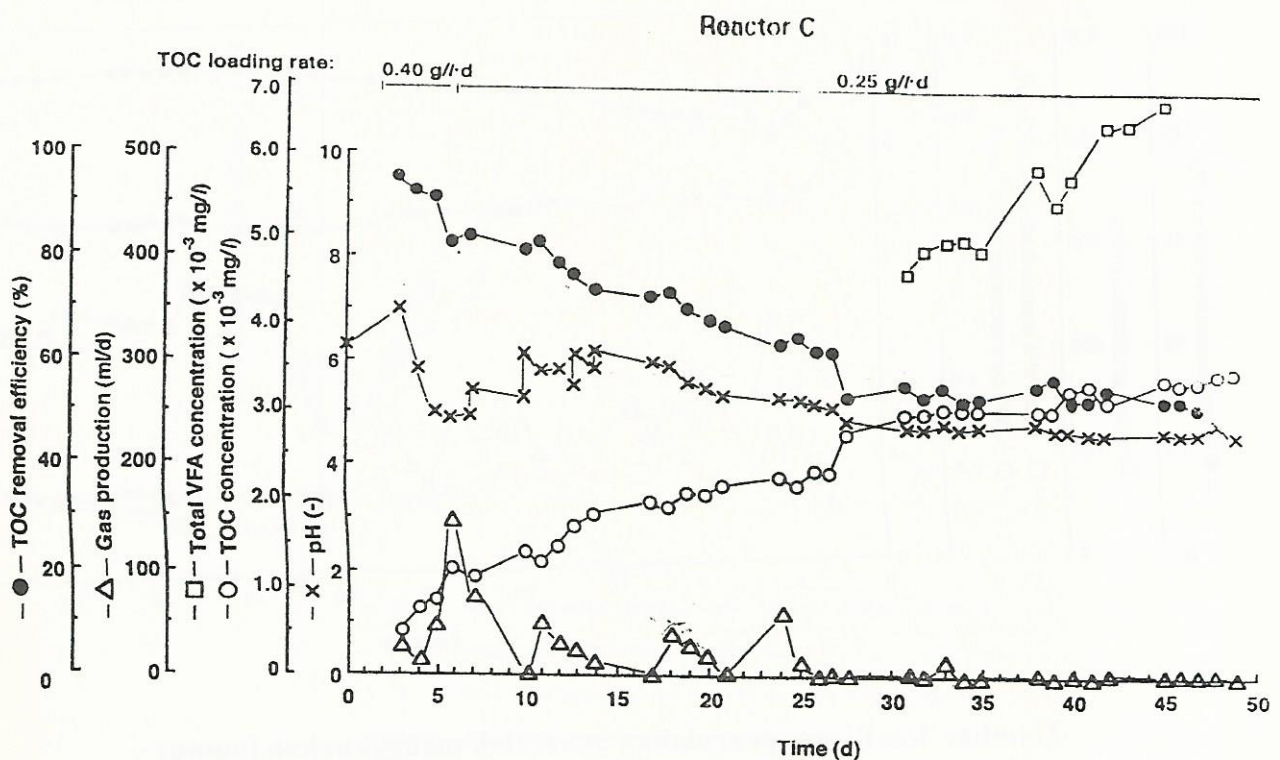
Gas yang dihasilkan adalah 1,4 l/g umpan TOC dengan kandungan gas metana 65 %. Kemudian umpan laju pada reaktor A, B dan D dinaikkan menjadi laju beban TOC 0,5 g/l/hari. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar yang sama, tidak ada pengaruh terhadap efisien pengolahan. Dalam hal reaktor C, konsentrasi TOC effluent me-ningkat secara bertahap bahkan pada laju beban TOC rendah 0,25 g/l/hari. Konsentrasi VFA total mencapai lebih dari 7.000 mg/l dan pH kira-kira 5. Peristiwa ini me-nunjukkan bahwa proses degradasi dalam reaktor C hanya sampai tahap asidifikasi.



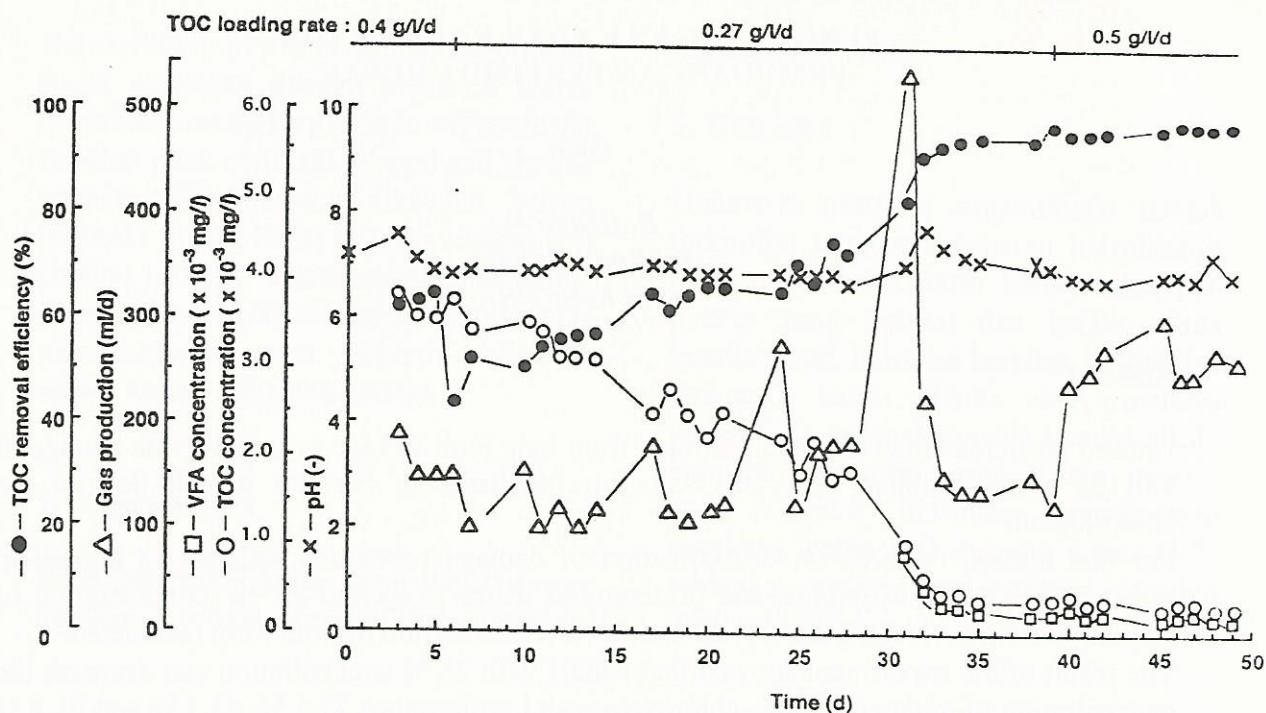
Gambar 3. : Proses pengolahan anaerobik menggunakan lumpur dari tempat pemotongan sapi



Gambar 4. Proses pengolahan anaerobik menggunakan lumpur dari dasar sungai



Gambar 5. Proses pengolahan anaerobik menggunakan lumpur buangan pabrik kertas



Gambar 6. Proses pengolahan anaerobik menggunakan bakteri anaerob granular yang telah teraklimatisasi

V. KESIMPULAN

Konsentrasi air limbah dan laju beban adalah faktor-faktor penting dalam tahap awal penelitian. Sampai laju beban TOC 0,5 g/l/hari proses pembiakan bakteri anaerob yang berasal dari lumpur tempat pemotongan sapi dan lumpur dasar sungai masih menunjukkan hasil yang memuaskan sebagaimana bakteri anaerob pembanding yang telah teraklimatisasi dengan efisien pengurangan TOC sebesar 96 %. Sedangkan bakteri anaerob yang berasal dari lumpur pabrik kertas tidak menunjukkan hasil yang diharapkan meskipun pada laju beban TOC rendah 0,25 g/l/hari. Penelitian ini dilanjutkan sampai mencapai laju beban

maksimum dan kemudian akan diterapkan dengan menggunakan air limbah industri.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Bitton, G., 1994. Wastewater microbiology, John Wiley dan Sons.
2. Eckenfelder, Jr. W.W., 1989. Industrial water pollution control, 2nd ed., Mc Graw-Hill Book Co.
3. Kida, K., Ikbal, dan Sonoda, Y., 1994. Treatment of coffee waste by slurry-state anaerobic digestion, J. Ferment. Bioeng., 77, 85 - 89.

-----00000000000000000000-----