

# PENGARUH KECEPATAN ALIRAN TERHADAP KANDUNGAN COD PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH KECAP SECARA ANAEROBIK - AEROBIK

Oleh :

*Endang Suriadi \*)*

Abstract :

Removal rate of COD varies with COD volume loading, aeration time and or flow rate of incoming waste water. Anaerobic process showed that the higher flow rate was continued the lower COD removal was yielded, whereas the aerobic pointed out that COD removal was obtained higher and higher as the flow rate was increased. Although coagulant was not used for this treatment, the experiment appeared to indicate a good result where average COD removal rate for  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ , and  $Q_4$  are 93.8, 93.2, 91.0, and 92.4 % respectively.

## I. PENDAHULUAN

Pencemaran air adalah merupakan suatu fenomena yang ditunjukkan oleh memburuknya kualitas air (sungai, danau, payau dan air tanah) atau air laut sebagai akibat aktivitas manusia serta kaitannya dengan berbagai jenis industri, seperti industri makanan, manufaktur, tekstil, kertas dan pulp, petroleum, petrokimia, elektroplating dan lain sebagainya. Cemarannya akan menghasilkan air buangan dengan jenis dan sifat-sifat yang berbeda dan oleh karenanya cara penanganannya akan berbeda pula, ada yang dapat diolah dengan cara biologis, kimia atau cara kimia dan biologis dan lain sebagainya. Air buangan yang berasal dari industri makanan umumnya mempunyai kandungan bahan organik, bahan semi-

padat dan bahan terapung, serta fluktuasinya tinggi. Prinsip umum pengolahan air limbah secara biologis terletak pada keseimbangan antara jumlah organisme dan jumlah bahan cemaran. Untuk mempertahankan angka penurunan cemaran yang konstan, maka jumlah bahan cemaran dan jumlah mikroorganisme harus selalu dalam keadaan setimbang. Semakin tinggi kecepatan aliran, semakin tinggi pula jumlah volume cemaran yang dibebankan pada mikroorganisme dan oleh karenanya kecepatan aliran memegang peranan penting pada pengolahan air limbah secara kontinyu. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan aliran serta untuk mengetahui apakah lumpur yang berasal dari kolam penstabilan dan kolam oksidasi layak digunakan, masing-masing untuk proses anaerobik dan aerobik.

---

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

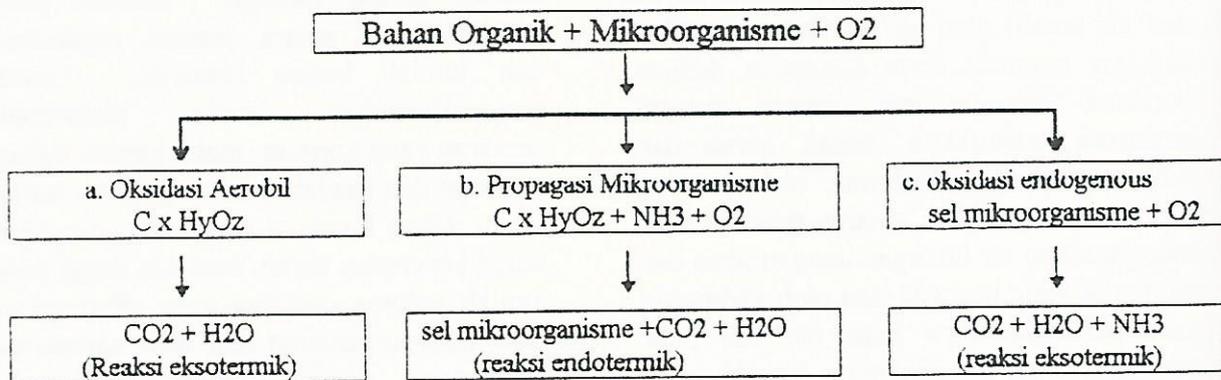
## II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pengolahan air buangan secara biologis (lumpur aktif) diperlukan sarana yang mendukung mikroorganisme untuk memperlihatkan kemampuan pengolahan secara maksimum. Sarana yang paling mendasar bagi pertumbuhan mikroorganisme adalah pH (6,5 - 7,5), suhu sekitar 32 °C dan volume tangki harus sesuai dengan kondisi operasi "proper space" atau dengan kata lain jumlah air limbah dan/atau konsentrasi COD harus sesuai dengan jumlah mikroorganisme yang berada dalam tangki pengolahan.

### A. Pengolahan Secara Aerobik

Metode ini biasanya digunakan untuk mengolah air buangan dalam jumlah besar dengan konsentrasi cemaran relatif rendah.

Prosesnya mempunyai dua sistem dan berlangsung dengan adanya oksigen, yaitu : a]. sistem dispersi atau penyebaran mikroorganisme di dalam air buangan seperti pada kolam aerasi (aeration-type oxidation process) atau kolam yang diaerasi secara mekanik (mechanically aerated pond) dan b]. sistem pengikatan/pelekatan organisme (fixing organism) ke dalam suatu substrat. Sistem ini mempunyai lapisan mikro-organisme yang melekat pada bahan padat dan mengolahnya melalui persentuhan/kontak antara lapisan mikro-organisme dan air buangan. Proses ini disebut juga metode bio-film, seperti pada saringan tetes (trickling filter) dan "land irrigation process" dan lain-lain. Pemecahan bahan organik dalam air-buangan oleh mikro-organisme aerobik, secara garis besar adalah sebagai berikut :



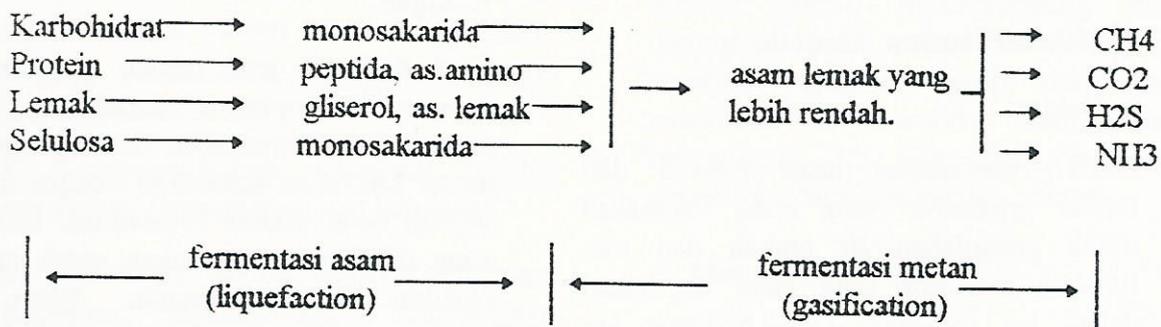
Dengan kata lain, bahan organik dimakan oleh mikroorganisme dan sebagian lagi memecah karena oksidasi menjadi CO<sub>2</sub>

dan H<sub>2</sub>O (a), sisanya berasimilasi untuk membantu pertumbuhan (b), sel mikro-organisme/perkembangbiakan mikroorga-

nisme juga mengubahnya menjadi CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> melalui metabolismenya, jika tidak akan ada penambahan suplai bahan organik (endogenous oxidation) (c).

## B. Pengolahan Secara Anaerobik

Pengolahan air buangan dengan proses anaerobik adalah mengolah air buangan mikroorganisme yang aktif tanpa adanya oksigen. Proses ini mungkin ditunjukkan oleh adanya fermentasi metan dan proses



Selama fermentasi dalam kondisi asam, bahan organik tersebut diuraikan lebih lanjut oleh bakteri metan menjadi molekul yang lebih sederhana, seperti asam lemak, asetat, butirat dan asam propionat, selama proses ini akan terjadi penurunan pH (stadia asam) dan menghasilkan senyawa berbau busuk. Selama regresi (stadia asam) terjadi dekomposisi asam organik dan senyawa nitrogen terlarut membentuk amoniak, amina, asam karbonat dan sebagian kecil CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub>. Nilai pH kemudian naik kembali (stadia basa) menghasilkan gas-gas seperti H<sub>2</sub>S, indol, skatol dan merkaptan. Selama fermentasi dalam kondisi basa, dekomposisi selulosa dan senyawa nitrogen akan berlangsung, sehingga hasil akhir terbentuk CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>.

ini biasanya digunakan untuk mengolah air buangan yang pekat atau berlumpur. Sebagai hasil fermentasi oleh bakteri anaerobik, bahan-bahan organik kompleks seperti karbohidrat, protein, lemak dan protein didekomposisi/dirombak menjadi CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. Dekomposisi tersebut terdiri dari dua tahapan (stage) dan tiap tahap diatur oleh mikroorganismenya masing-masing. secara garis besar dekomposisi tersebut adalah sebagai berikut :

## C. Mikroorganisme

Diantara cara pembentukan sintesis kimia, bakteri heterotropik adalah mikroorganisme utama yang digunakan dalam pengolahan secara biologi. organisme tersebut merupakan suatu kelompok bakteri yang melakukan perkembangan/pelipat-gandaan sel. Bakteri tersebut dibagi dalam tiga jenis, tergantung pada apakah ada/tidaknya oksigen dalam sistem reaksinya (lingkungannya), yaitu :

- a). Strict aerobe, yaitu bakteri yang tidak dapat tumbuh bila dalam lingkungannya tidak ada oksigen.
- b). Facultative aerobe, yaitu bakteri yang dapat tumbuh, baik ada oksigen ataupun-

tidak dalam lingkungannya, tetapi menunjukkan kecepatan pertumbuhan yang lebih tinggi bila dalam lingkungannya ada oksigen.

c). Strict anaerobe, yaitu bakteri yang tidak dapat tumbuh bila dalam lingkungannya ada oksigen.

Berbagai jenis mikroorganisme ikut serta dalam pengolahan air limbah, tetapi yang memegang peranan penting adalah sebagai berikut :

### 1. Mikroorganisme Aerobik

#### a. Bakteri.

Bakteri merupakan jasad terkecil dari semua organisme yang biasa digunakan untuk pengolahan air limbah dan merupakan indikator yang biasa digunakan dalam tes biokimia. Dari berbagai kelompok bakteri yang memegang peranan adalah a) zooglea ramigera, memainkan peranan utama dalam pembentukan bio-film dan flok atau membran biologi. Dalam jumlah tertentu, bakteri ini terdapat dalam zat yang bersifat gel (gelatinoussubstance). Selain Zooglea, Escherchia intermedia, Paracolobacterium aerogenoides, Bacillus cereus dan Flavo-bacterium spp juga mempunyai kemampuan untuk melakukan proses flokulasi b)

Spherotilus, bakteri berbentuk filamen dan umumnya berwarna abu-abu atau putih, keberadaannya sangat dikenal dalam pengolahan limbah, tetapi apabila berkembang dalam jumlah besar dapat menyebabkan kesulitan karena terjadinya "bulking" sehingga menghambat proses pengolahan.

#### b. Protozoa.

Protozoa memegang peranan tidak hanya dalam menguraikan bahan organik, tetapi juga dalam meregenerasi pembentukan membran biologi atau flok. Sebagai sumber nutrisi untuk kelangsungan hidupnya, protozoa akan memakan bakteri, sehingga jumlah ciliata menjadi banyak dan akhirnya protozoa akan menjadi dominan dan mempunyai kemampuan dalam penjernihan air, antara lain dari jenis Vorticella, Opercularia, Epistylis, Paramaecium dan Tricoda.

#### c. Algae.

Dari berbagai jenis algae, pitoplankton dengan khloroplasma melakukan fotosintesis yang bermanfaat untuk pengolahan air karena menghasilkan oksigen dalam jumlah besar selama fotosintesis. Oksigen yang dibebaskan digunakan untuk mengoksidasi bahan cemaran dalam air buangan. Mikroalgae bisa menjadi dominan pada kolam oksidasi, tergantung jenis dan konsentrasi nutrisi yang digunakan. Bila jumlah nutrisi sangat tinggi, akan tumbuh Euglena dan Chlorella, bila sumber nutrisi menurun akan timbul mikroalgae berfilamen seperti Spirogyra, Vaucheria dan Utrix.

#### d. Metazoa.

Walaupun semua organisme adalah uniselular (ber sel tunggal), metazoa adalah organisme multiselular mempunyai berbagai organ yang berbeda. Metazoa berguna dalam pengolahan air buangan dan mempunyai berbagai jenis, seperti Rotaria yang mempunyai organ kecil sampai organ yang relatif lebih besar, seperti Mollusca, Larva dan kutu air (water fleas/daphnia) hidup dalam pengolahan air limbah seperti

pada saringan tetes (trickling filter), kolam oksidasi dan lagoon. Organisme ini akan tumbuh jika bahan organik rendah dan jumlah oksigen besar dan sangat berperan dalam penjernihan air.

## 2. Mikroorganisme Anaerobik.

Terdapat tiga kelompok mikroorganisme (bakteria) yang berperan dalam proses degradasi karbohidrat secara anaerobik sehingga dihasilkan metan, mikroorganisme tersebut adalah :

- a). Kelompok bakteri fermentatif : Streptococci, Bacteroides dan beberapa jenis Enterobacteriaceae.
- b). Kelompok bakteri asetogenik : Methanobacillus, Desulfivibrio dan lain-lain.
- c). Kelompok bakteri metan : Methanobacterium, Methanobacillus, Methanosarcina dan Methanococcus.

Konversi karbohidrat menjadi biogas dilakukan oleh ketiga kelompok bakteri tersebut, namun demikian selama proses fermentasi metan, didominasi oleh Methanobacterium dengan species Methanofor-

micium, Methanomelianski, Methanosohngeni, Methanosuboxydans, Methanomazei, Methanovanielle, Methanomethanicus dan Methanobarkerii.

## III. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Peralatan.

Bahan terdiri air limbah kecap, lumpur yang berasal dari kolam penstabilan (waste stabilization pond) dan dari kolam yang diaerasi secara mekanik (mechanically aerated pond), masing-masing untuk digunakan pada proses anaerobik dan aerobik. Peralatan terdiri dari tangki anaerobik dan aerobik, masing-masing berkapasitas 2,5 liter, boks pendingin, generator udara, pompa dan aerator.

### B. Metode Penelitian.

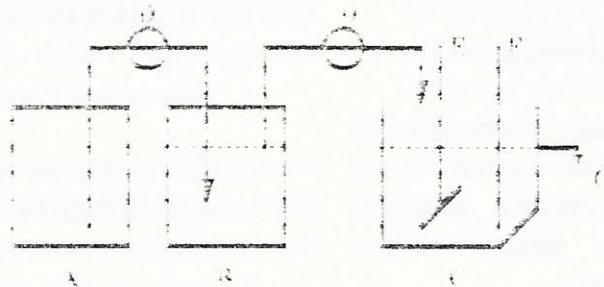
#### 1. Metode Percobaan.

Kondisi operasi dan diagram alir proses pengolahan pada percobaan ini, masing-masing dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 1.

Tabel 1. Kondisi operasi percobaan.

Kecepatan aliran (Q), 1/hari	Konsentrasi COD (mg/l)	Beban volume COD (kg/m <sup>3</sup> /h)	Waktu retensi (jam)
Q1 = 1,0	1000	0,4	60
Q2 = 1,5	1000	0,6	40
Q3 = 2,0	1000	0,8	30
Q4 = 2,5	1000	1,0	24

Gambar 1. Diagram alir pengolahan air limbah kecap.



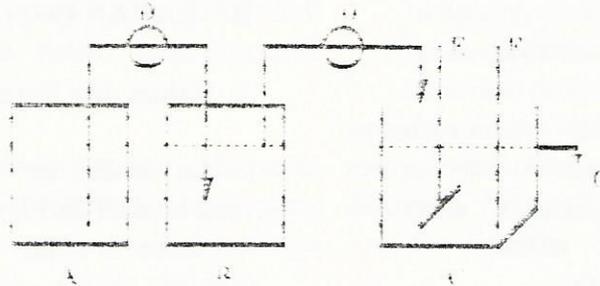
Keterangan :

- A : Boks pendingin
- B : Tangki anaerobik
- C : Tangki aerobik
- D : Pompa
- E : Aerator
- F : Sekat
- G : Air olahan

- Dibuat contoh dengan mengencerkan cairan induk (air limbah kecap) hingga konsentrasinya 1000 mg/l.
- Setelah dinetralkan sampai pII 7, kemudian dalam boks pendingin bersuhu sekitar 10 °C.
- Selanjutnya contoh dipompakan seperti terlihat pada gambar 1, dengan kecepatan aliran sesuai dengan perlakuan ke dalam tangki anaerobik yang telah berisi lumpur kolam penstabilan dengan konsentrasi MLSS 1600 mg/l.
- Kemudian cairan bening dipompakan lagi ke dalam tangki aerobik yang telah berisi lumpur kolam oksidasi dengan konsentrasi MLSS 1600 mg/l dan dengan kecepatan sama seperti untuk tangki acrasi.

- Proses tersebut dibiarkan berlangsung selama lima belas hari agar terjadi aklimatisasi.
- Setelah proses aklimatisasi, kemudian buangan hasil pengolahan ini ditampung dan selanjutnya penampungan dilakukan dua hari sekali hingga didapatkan persediaan sedikit lima buah data.
- Perlakuan berikutnya dikerjakan sesuai pada perlakuan Q1, tetapi untuk perlakuan (Q2, Q3 dan Q4) yang pertama dilakukan setelah tiga hari dan selanjutnya masing-masing dua hari sekali.
- Kemudian angka penurunan COD dianalisis dan dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut :

Gambar 1. Diagram alir pengolahan air limbah kecap.



Keterangan :

- A : Boks pendingin
- B : Tangki anaerobik
- C : Tangki aerobik
- D : Pompa
- E : Aerator
- F : Sekat
- G : Air olahan

- Dibuat contoh dengan mengencerkan cairan induk (air limbah kecap) hingga konsentrasinya 1000 mg/l.
- Setelah dinetralkan sampai pII 7, kemudian dalam boks pendingin bersuhu sekitar 10 °C.
- Selanjutnya contoh dipompakan seperti terlihat pada gambar 1, dengan kecepatan aliran sesuai dengan perlakuan ke dalam tangki anaerobik yang telah berisi lumpur kolam penstabilan dengan konsentrasi MLSS 1600 mg/l.
- Kemudian cairan bening dipompakan lagi ke dalam tangki aerobik yang telah berisi lumpur kolam oksidasi dengan konsentrasi MLSS 1600 mg/l dan dengan kecepatan sama seperti untuk tangki acrasi.

- Proses tersebut dibiarkan berlangsung selama lima belas hari agar terjadi aklimatisasi.
- Setelah proses aklimatisasi, kemudian air buangan hasil pengolahan ini ditampung dan selanjutnya penampungan dilakukan dua hari sekali hingga didapat-kan paling sedikit lima buah data.
- Perlakuan berikutnya dikerjakan seperti pada perlakuan Q1, tetapi untuk perlakuan (Q2, Q3 dan Q4) yang pertama diambil setelah tiga hari dan selanjutnya, masing-masing dua hari sekali.
- Kemudian angka penurunan COD nya dianalisis dan dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut :

Angka penurunan COD untuk proses :

$$\text{Anaerobik} = (1 - b/a) \times 100 \%$$

$$\text{Aerobik} = (1 - c/b) \times 100 \%$$

$$\text{Anaerobik-aerobik} = (1 - c/a) \times 100 \%$$

Keterangan :

a = konsentrasi COD mula-mula, sebelum pengolahan

b = konsentrasi COD setelah pengolahan anaerobik.

c = konsentrasi COD setelah pengolahan aerobik

## 2. Metode Statistik.

Statistik yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan percobaan faktor tunggal. Faktor yang diamati adalah kecepatan aliran (Q) terdiri dari 4 (empat) taraf yaitu : Q1, Q2, Q3 dan Q4 masing-masing 1,0; 1,5; 2,0 dan 2,5 l/hari dengan ulangan 5 (lima) kali. Bila analisis varian menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, pengujian dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (least significant difference).

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh kecepatan aliran terhadap angka penurunan COD dengan lumpur aktif yang berasal dari kolam penstabilan dan kolam aerasi, masing-masing digunakan untuk proses anaerobik dan aerobik dapat dilihat pada tabel 2. Seperti terlihat pada tabel tersebut, proses

anaerobik (AN) nunjukan adanya penurunan angka COD, rata-ratanya adalah (ANQ1, ANQ2 ANQ3 dan ANQ4) masing-masing 85,8; 76,3; 66,0 dan 69,1 %. Berdasarkan analisis varian seperti terlihat pada tabel 3 (PAN) menunjukkan adanya perbedaan yang sangat berarti (highly significant). Setelah dilakukan uji beda nyata terkecil seperti terlihat pada tabel 4, ternyata yang menunjukkan perbedaan sangat nyata adalah perlakuan antara (ANQ1-ANQ2), (ANQ2 - ANQ3) dan kombinasi lainnya. Sedangkan perlakuan antara (ANQ3 - ANQ4) tidak menunjukkan adanya perbedaan (non significant). Hal yang menyebabkan terjadinya penurunan angka COD mungkin disebabkan bahwa bakteri yang sangat gemar oksigen "Strict aerobe" dan yang lebih suka adanya oksigen "facultative aerobe" tidak aktif lagi mengolah cemaran dimaksud. Hal ini ditunjukkan dalam tangki anaerobik terdapat bahan yang bersifat kering mengapung ke bagian atas tangki yang biasanya berasal dari bakteri yang mati. Walaupun secara statistik perlakuan (ANQ3 - ANQ4), masing-masing 66,0 dan 69,1 % tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, namun secara aktual angka tersebut menunjukkan adanya kenaikan. Hal ini mungkin disebabkan bahwa bakteri yang sangat tidak suka adanya oksigen "Strict anaerobe" seperti bakteri fermentatif, asetogenik dan bakteri metan mulai tumbuh dengan baik.

Tabel 2. Hasil analisis pengaruh kecepatan aliran terhadap angka penurunan COD

Tabel 2. Hasil analisis pengaruh kecepatan aliran terhadap angka penurunan COD

Kecepatan aliran (Q)	Konsentrasi COD (mg/l)			Angka penurunan COD (%)		
	ST	AN	AE	AN	AE	T
Q1 (1 l/hari)	1137,0	209,0	98,0	81,6	53,1	91,4
	1229,5	147,5	79,8	88,0	45,9	93,5
	1216,0	165,5	60,0	86,4	63,7	95,1
	1178,0	131,0	58,6	87,3	55,4	95,0
	1154,0	160,5	66,6	86,1	58,5	94,2
Q2 (1,5 l/hari)	1202,5	247,0	105,0	79,5	57,5	91,3
	1299,0	335,0	86,5	74,2	74,2	93,4
	1275,5	327,0	76,5	74,4	76,6	94,0
	1208,5	291,0	73,0	75,9	74,9	94,0
	1320,5	296,5	89,5	77,5	69,8	93,2
Q3 (2,0 l/hari)	1058,5	372,0	133,0	64,9	64,2	87,4
	1105,5	268,5	80,0	75,7	70,2	92,8
	1026,0	320,0	79,5	68,8	75,2	92,2
	990,0	398,5	92,0	59,7	76,9	90,7
	1098,0	428,5	91,5	61,0	78,6	91,7
Q4 (2,5 l/hari)	1156,0	325,0	96,5	71,9	70,3	91,7
	1273,0	379,0	74,0	70,2	80,5	94,2
	1038,0	379,0	89,0	62,5	77,1	91,4
	1052,0	377,5	90,0	64,1	76,2	91,4
	1245,0	287,5	83,0	76,9	71,1	93,3

ST : konsentrasi COD mula-mula, sebelum pengolahan.

AN : konsentrasi COD setelah pengolahan anaerobik.

AE : konsentrasi COD setelah pengolahan aerobik.

T : angka penurunan COD secara total (anaerobik - aerobik).

Tabel 3. Analisis varian angka penurunan COD (removal rate of COD) untuk proses anaerobik (PAN), aerobik (PAE) dan total (TOT) anaerobik - aerobik.

Proses	SV	db	JK	KT	F <sub>h</sub>	F <sub>t</sub>	
						5 %	1 %
PAN	P	3	1167,42	389,14	17,51 "	2,24	5,29
	E	16	355,51	22,22	-		
PAE	P	3	1220,30	406,70	10,28 "	3,24	5,29
	E	16	633,78	39,55			
TOT	P	3	22,77	7,59	0,01	3,24	5,29
	E	16	24793,07	1549,57			

\*\* sangat nyata.

Tabel 4. Uji beda nyata terkecil antar perlakuan pada proses anaerobik

Perlakuan	B e d a		
ANQ3 : 66,02	-		
ANQ4 : 69,12	0,10	-	
ANQ2 : 76,30	10,28 <sup>“</sup>	7,80 <sup>”</sup>	-
ANQ1 : 85,88	19,86 <sup>”</sup>	16,76 <sup>”</sup>	9,58

\*\* sangat nyata

BNT 5 % = 3,69

1 % = 5,44

Pada proses aerobik (AE) terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan aliran, semakin tinggi pula angka penurunan CODnya, rata-ratanya adalah (AEQ1, AEQ2, AEQ3 dan AEQ4) masing-masing 55,3; 70,6; 73,0 dan 75,0 %.

Berdasarkan analisis varian (PAE) seperti terlihat pada tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan yang sangat berarti. Setelah dilakukan uji beda nyata terkecil seperti terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Uji beda nyata terkecil antar perlakuan pada proses aerobik

Perlakuan	B e d a		
AEQ1 : 55,32	-		
AEQ2 : 70,60	15,28 <sup>”</sup>	-	
AEQ3 : 73,02	17,70 <sup>”</sup>	2,42	-
AEQ4 : 75,02	19,70 <sup>”</sup>	4,42	2,00

\*\* sangat nyata

BNT 5 % = 4,92

1 % = 7,25

Ternyata bahwa hanya perlakuan antara (AEQ1 - AEQ2) dan kombinasi lainnya menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Sedangkan perlakuan antara (AEQ2 - AEQ3), (AEQ3 - AEQ4) dan AEQ2 - AEQ4) tidak menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini mungkin disebabkan bahwa lumpur aktif yang berasal dari kolam aerasi telah banyak mengandung bakteri yang sangat gemar oksigen "strict aerobe". Lumpur aktif dalam tangki aerasi kelihatan seperti mengental dan

membentuk dengan baik. Kemungkinan besar bakteri tersebut adalah zooglea ramigera yang sangat khas berada berada dalam kolam aerasi pada pengolahan air limbah perkotaan (urban sewage), tumbuh dengan baik dalam tangki aerasi pada percobaan ini. Bakteri tersebut terkandung dala suatu zat seperti gel (gelatinous substance) dan dapat menghasilkan cairan kental yang bergetah "viscous secretion" serta sangat mudah membentuk flok dan bio-film.

## V. KESIMPULAN

1. Lumpur aktif yang berasal dari kolam penstabilan dan kolam aerasi, masing-masing dapat digunakan untuk proses anaerobik dan aerobik.

2. Pada Proses anaerobik, angka penurunan COD menunjukkan semakin rendah hingga kecepatan aliran Q3 ( 2 l/hari ). Walaupun secara statistik perlakuan (ANQ3 - ANQ4) masing-masing 66,0 dan 69,1 % tidak menunjukkan perbedaan yang berarti (non significant), tetapi secara faktual setelah kecepatan Q3 menunjukkan adanya kenaikan.

3. Berdasarkan uji beda nyata terkecil untuk proses aerobik, hanya perlakuan antara (ANQ1 - ANQ2) dan kombinasinya menunjukkan adanya perbedaan yang sangat berarti (highly significant). Namun secara faktual, semakin tinggi kecepatan aliran menunjukkan semakin meningkat angka penurunan COD nya.

4. Rata-rata angka penurunan COD secara total (anaerobik - aerobik) adalah (Q1T, Q2T, Q3T dan Q4T), masing-masing 93,8; 93,2; 91,0 dan 92,4 %.

5. Walaupun secara statistik, angka penurunan COD secara total tidak mempunyai perbedaan yang berarti (non significant), namun demikian untuk mendapatkan hasil yang lebih kiranya lama periode aklimatisasi dan/atau kecepatan aliran Q1 terutama untuk proses anaerobik perlu diperpanjang.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. Industrial Pollution Control. General Review and Practice in Japan. Air and Water Revised, 1989.

2. Metcalf and Eddy. Waste Water Treatment Disposal, New Delhi. Tat,Mac. Graw Hill, 1979.

3. Suriawiria Unus. Pengolahan Buangan Secara Biologis. Lembaga Politeknik Pekerjaan Umum. Institute Teknologi Bandung, 1981.

4. Sudjana. Desain dan Analisis Eksperimen. Penerbit Tarsito Bandung, 1980.

-----ooooo00000ooooo-----