

PENGARUH WAKTU TINGGAL TERHADAP PERPANDING BOD DAN COD SERTA PEMBENTUKAN GAS METAN (CH₄)

Indriyati

Peneliti di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta

Abstract

Generally, food wastewater contains high organic matter, therefore the exact wastewater treatment is biological process by using Fixed Bed reactor in anaerobic system. In this observation, showed the comparison between BOD and COD, mass balance and the forming of methane gas (CH₄) with variation of hydraulic retention time 11 days, 7 days, 5 days and 3 days. Based on the observation result, the 11 days hydraulic retention time is the most efficient of reactor performance and the best forming of methane gas (CH₄) is the 7 days of hydraulic retention.

1. LATAR BELAKANG

Limbah cair industri makanan umumnya mengandung bahan organik tinggi, oleh karena itu diperlukan suatu pengolahan tepat, dan jenis pengolahan yang dianggap efektif adalah memanfaatkan mikroorganisme atau secara biologi dengan kondisi yang terkontrol yaitu dengan mengoptimalkan aktivitas mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik⁸⁾ tersebut. Kondisi terkontrol yang dimaksud, adalah kondisi anaerob dimana mikroorganisme mendapat hidup di lingkungan tanpa oksigen, mikroorganisme yang memegang peranan penting yaitu bakteri asetogenik dan metonogenik³⁾. Mikroorganisme tersebut mengkonversi bahan organik primer atau sekunder menjadi gas¹⁾.

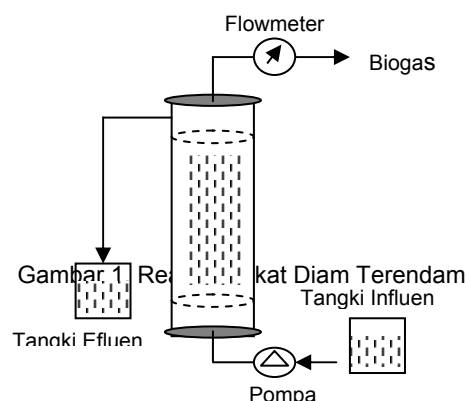
Bahan organik yang terkandung di limbah industri makanan cukup tinggi, biasanya diukur dengan parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biological Oxygen Demand (BOD). Di industri permen, limbah cair berasal dari tumpahan bahan-bahan baku pembuatan aklimatisasi dalam reaktor dan penelitian ini dengan variasi waktu tinggal. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor lekat diam terendam dengan media cincin keramik, pompa peristaltik untuk memompa substrat masuk ke reaktor, gas flowmeter untuk mengukur volume gas yang terbentuk, balon sebagai penampung gas untuk menampung gas yang terbentuk, tangki influen untuk menampung substrat dan tangki efluen untuk menampung keluaran cairan dari reaktor. Reaktor ini terbuat dari pipa PVC (Gambar 1.) dan spesifikasi reaktor dapat dilihat pada Tabel 1.

permen, kebocoran alat dan pencucian alat-alat pabrik.

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah secara anaerobik dengan menggunakan reaktor Anaerobik Lekat Diam Terendam dengan media cincin keramik, yaitu pengolahan dengan pertumbuhan biomassa terlekat. Bioreaktor ini dilengkapi dengan material penyangga tetap yang terbuat dari keramik yang berbentuk cincin sebagai tempat menempelnya atau tumbuhnya bakteri dan penelitian dilakukan dengan variable waktu tinggal didalam reaktor selama 11 hari, 7 hari, 5 hari dan 3 hari. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat perbandingan nilai BOD dan COD serta melihat perhitungan Neraca Masa, pembentukan gas metan (CH₄) dengan variasi waktu tinggal yang berbeda.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dari persiapan alat-alat bahan, kemudian seeding dan



Tabel 1. Spesifikasi reactor lekat diam Terendam

No.	Uraian	Keterangan
1.	Reactor lekat diam terendam Bahan Ukuran	PVC a. Tinggi 142 cm b. Diameter 150 cm c. Tinggi media 103 cm d. Volume reactor 25,1 L e. Volume efektif 20,36 L
2.	Media Penyangga Bahan Bentuk Ukuran	Tanah liat (keramik) Cincin a. Tinggi 3 cm b. Diameter 3 cm c. Luas permukaan ± 108 m ² /m ³ d. Porositas 81%

(Sumber : Hasil penelitian, 2001)

Tahap awal penelitian adalah melakukan proses pembenihan (seeding) dan aklimatisasi yang dilakukan secara bersamaan karena pembenihan langsung dilakukan di dalam reactor dengan pengisian sampai penuh, selain itu dilakukan pula pengukuran volume kerja sebesar 20,36 L. setelah bibit bakteri dimasukkan ke dalam reactor, lalu di sirkulasikan selama 8 hari. Diasumsikan mikroba telah menempel dan mulai tumbuh dengan melihat adanya gas metan yang dihasilkan menandakan bahwa mikroba juga telah bekerja. Lalu mikroba diberi makan secara kontinu dengan limbah permen yang konsentrasi COD terlarut bertahap dari rendah hingga mencapai 13.000 mg/L, sesuai dengan konsentrasi yang akan diolah dengan reaktor ini. Setelah reaktor dianggap stabil maka dilakukan variasi waktu tinggal untuk mendapatkan waktu tinggal terbaik dari limbah yang akan diolah pada proses penurunan bahan organik. Waktu tinggal yang dilakukan adalah 11, 7, 5 dan 3 hari. Penentuan waktu tinggal ini didasarkan literature untuk pengolahan anaerob pertumbuhan melekat yaitu 1 – 10 hari. Pergantian variasi waktu tinggal setelah kondisi reactor stabil dimana konsentrasi COD effluen sudah stabil dengan perbedaan penyisihan berkisar 10 %.

Pengambilan sampel dan analisis parameter dilakukan pada penelitian dengan waktu tinggal yang berbeda, dan dilakukan hampir setiap hari di titik influen dan effluen. Pengukuran gas methan (CH₄) dengan methan tester dengan membaca persen gas CH₄.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik limbah cair

Limbah permen yang digunakan pada penelitian ini diambil dari saluran limbah produksi pabrik permen tersebut. Limbah permen ini yang dipilih karena kandungan bahan organiknya tinggi dilihat dari nilai COD-nya. Karakteristik limbah cair dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Karakteristik limbah cair

No.	Parameter	Konsentrasi
1.	COD total (mg/L)	30345,79
2.	COD terlarut (mg/L)	17617,44
3.	BOD (mg/L)	7500
4.	VSS (mg/L)	7270
5.	TSS (mg/L)	7572
6.	N total (mg/L)	454,72
7.	P total (mg/L)	15,39
8.	Minyak dan lemak (mg/L)	413
9.	pH	4,50

(Sumber : Hasil penelitian, 2001)

Limbah yang konsentrasi COD-nya antara 2000 – 20000 mg/L sebaiknya diolah dengan pengolahan anaerob^{4,7)}. Selain itu perbandingannya nilai BOD dan COD limbah permen tersebut 0,42 dimana perbandingan nilai BOD dan COD untuk air buangan yang dapat di degradasi adalah 0,4 - 0,8⁵⁾. Melihat kondisi tersebut maka pada penelitian dipakai pengolahan anaerob dengan reaktor lekat diam terendam bermedia cincin keramik. Media cincin keramik dipilih karena inert (non degradable), juga mempunyai luas spesifik 108 m²/m³ dan porositas 81%

3.2. Perbandingan nilai BOD dan COD dengan variasi waktu tinggal

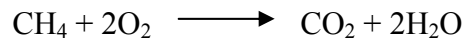
Pada setiap akhir tahap waktu tinggal diamati perbandingan BOD dan COD. Nilai tersebut dibandingkan dengan rentang nilai BOD dan COD pada air buangan yang dapat didegradasi yaitu 0,4 – 0,8⁵⁾ hasil pengamatan parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada waktu tinggal 11 hari, perbandingan nilai BOD dan COD influen sebesar 0,70 sedangkan pada effluen nilainya sebesar 0,38 nilai-nilai tersebut masih dalam rentang nilai air buangan yang dapat didegradasi. Degradasi BOD sebesar 65-80% dapat dicapai dengan pengolahan anaerob⁵⁾. Konsentrasi BOD pada waktu tinggal 11 hari yaitu sebesar 2229.1 mg/L dengan persen efisiensi sebesar 76,33% masuk dalam rentang

diatas. Hal ini menunjukkan reactor lekat diam menggunakan media cincin keramik pada waktu tinggal 11 hari, cukup efisien dalam mendegradasi nilai BOD. Sedangkan untuk waktu tinggal yang lain, nilai efisiensi BOD semakin menurun yaitu 54,71% untuk waktu tinggal 7 hari, 49,21% dengan waktu tinggal 49,21% dan 39,33% untuk waktu tinggal 3 hari, sehingga dapat dikatakan waktu tinggal 11 hari yang memenuhi pengolahan anaerob.

3.3 Produksi gas metan (CH₄)

Secara teoritis⁶⁾, pembentukan gas metan adalah sebagai berikut :



1 mol metan ~ 2 mol O₂

1 mol metan ~ 64 gr COD

pada keadaan temperatur dan tekanan standar (0 °C dan 1 atm) volume dari 1 mol gas adalah 22,4 L

22,4 L CH₄ ~ 64 gr COD

0,35 L CH₄ ~ 1 gr COD terdegradasi

Untuk temperatur yang lebih tinggi (0 °C dan 1 atm) 0,395 L CH₄ yang terproduksi untuk per 1 gr COD terdegradasi⁶⁾.

Tabel 3. Perbandingan nilai BOD dan COD

Waktu tinggal (hari)	Influen (mg/L)	Efluen (mg/L)	Efisiensi (%)	Influen (mg/L)	Efluen (mg/L)	Efisiensi (%)	BOD/COD Influen	BOD/COD Influen
11	13388.75	5848.1	56.25	9415.6	2229.1	76.33	0.70	0.38
7	13962.60	6741.43	51.75	9848.15	4460	54.71	0.71	0.66
5	14057.43	8346.45	40.75	9639.99	4896.5	49.21	0.69	0.59
3	13622.15	8636.42	36.50	9152.6	5552.6	39.33	0.67	0.64

(Sumber : Hasil penelitian, 2001)

Tabel 4. Perhitungan neraca massa pembentukan gas metan (CH₄).

Waktu tinggal (hari)	Q Influen (L/hari)	S _{TO} (gr/L)	E	QM (L/hari)	M (L.CH ₄ /gr)
11	1.85	13.38875	0.5625	3.31	0.24
7	2.91	13.9626	0.5175	8.28	0.39
5	4.07	14.05743	0.4075	6.71	0.29
3	6.78	13.62215	0.365	4.96	0.15

(Sumber : Hasil penelitian, 2001)

Untuk perhitungan neraca massa keseimbangan COD, harus ada perbandingan COD total yang masuk dan COD total yang keluar (tersuspensi dan terlarut). Jika dalam perhitungan neraca massa, COD yang digunakan hanya COD terlarut dan jumlah biomassa yang terakumulasi dalam reaktor tidak diperhitungkan, maka nilai volume CH₄ per unit degradasi COD diperkirakan kurang dari nilai maksimum yaitu 0,35 L/gr. Perhitungan volume gas metan (CH₄) dapat menggunakan persamaan berikut²⁾

$$Q_m = Q (S_{TO} - S_{Te})M = Q E M S_{TO}$$

Dimana : Q_m = jumlah metan persatuan waktu

Q = debit influen

S_{TO} = total konsentrasi COD influen

S_{Te} = total konsentrasi COD efluen

E = factor efisiensi penyisihan bahan organik COD

M = volume CH₄ yang diproduksi per unit degradasi bahan organik COD.

Pada penelitian ini yaitu 11, 7, 5, 3 hari didapatkan nilai M yang merupakan volume CH₄ per harinya. Dengan rumus diatas didapatkan volume CH₄ yang dihasilkan per unit degradasi bahan organik seperti yang dilihat pada Tabel 4. Nilai M untuk waktu tinggal 11 hari adalah 0.24 L.CH₄/gr, nilai M untuk waktu tinggal 7 hari memperlihatkan angka yang tertinggi yaitu 0,39 L.CH₄/gr . hal tersebut terjadi karena adanya biomassa yang terakumulasi dalam reaktor telah cukup banyak. Sedangkan nilai M untuk waktu tinggal 5 hari sebesar 0,29 L CH₄/gr dan untuk waktu tinggal 3 hari sebesar 0,15 CH₄ mg/L yang memperlihatkan bahwa semakin singkat waktu tinggal telah terjadi

CH₄ mg/L yang memperlihatkan bahwa semakin singkat waktu tinggal telah terjadi wash out dengan keluarnya bakteri atau biomassa yang terakumulasi melalui efluen.

4. KESIMPULAN.

Pada penelitian waktu tinggal terhadap perbandingan BOD dan COD serta pembentukan gas metan (CH_4) didapat hasil sebagai berikut :

- Waktu tinggal 11 hari merupakan waktu tinggal yang cukup efisien untuk unjuk kerja reactor.
- Pembentukan gas methan (CH_4) per unit degradasi bahan organik. terbaik didapat dengan waktu tinggal 7 hari

5. DAFTAR PUSTAKA.

1. Degremont. 1991 Wastewater Treatment Handbook, 6th edition. Paris : Lavoisier Publishing.
2. Droste, Ronal R. 1997. Theory and Practice water and Wastewater Treatment. Toronto : John Willey and Sons.
3. Grady, C.P.L and Lim, H.C. 1980 Biological Wastewater treatment, New York Marcel dekker. Inc
4. Malina. Joseph F and Frederick G. Pohland. 1992. Design of Anaerobic Processes for the Treatment of Industrial and Municipal Waste. Pennsylvania : Techno economic Publishing Company Inc. Metcalf and Eddy. 1991. Wastewater Engineering: Treatment. Disposal Reuse 2th. Singapore : Mc. Graw Hill.
5. Speece, R.E. 1996. *Anaerobic Biotechnology For Industrial wastewater* Tennessee: Vanbilt university
6. Weiland, P and K. Wulfert. 1986. Pilot Plant Studies of Different Anaerobic Filter Types for Stillage Treatment. EWPCA Conference on Anaerobic Wastewater Treatment, September. Amsterdam.
7. Weiland, P. 1987 Development of Anaerobic Filters for Treatment of High Strength Agro Industrial Wastewater, Bio Process Engineering 2. Springer, Verlag.