

Pemanfaatan Energi Hasil Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu

Djarwanti, Sartamtomo dan Sukani

Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang
Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6 Semarang

Abstrak

Gas yang dihasilkan dari pengolahan limbah cair industri tahu ditampung dengan suatu prototip penampung gas. Diketahui bahwa laju produksi metan dalam gas bio adalah 284,88 liter per kg COD terolah atau setara dengan 28,06 liter gas metan per kg kedelai. Kalori yang dihasilkan adalah sekitar 2,536 Kkal per kg COD atau 0,249 Kkal per kg kedelai.

Data dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk mendisain IPAL dan penampung gas bio sesuai dengan kapasitas limbah tahu yang diolah.

Kata kunci: Limbah cair, biogas, anaerobik

Abstract

The gas produced from anaerobically wastewater treatment of Soya bean curd (tofu) industry collected in the prototype of accumulator. It is known that the flow rate of methane produced in *biogas* is 283,88 liter per kg COD treated or equivalent with 28,06 liter methane per kg Soya bean. The calorie produced is about 2,536 Kcal per Kg COD or 0,249 Kcal per kg Soya bean. This data can be used as a reference for designing of wastewater treatment and *biogas* accumulator conforms to the capacity of wastewater from tofer industry.

Key-words : wastewater, organic load, anaerobic, biogas.

Telah diseminarkan pada hari Kamis 27 April 2000 dalam Seminar Nasional Perkembangan Peneliti Wanita, di Jurusan Kimia FMIPA Undip

PENDAHULUAN

Industri tahu pada umumnya menghasilkan air limbah yang polutif, dengan nilai *Chemical Oxygen Demand (COD)* antara 4000-6000 mg/liter. Hal ini berarti setiap m³ air limbah rata-rata mengandung 5 kg *COD*. Apabila setiap 100 kg kedelai menghasilkan 2 m³ air limbah maka *COD* yang dikandung adalah 10 kg *COD* per 100 kg kedelai (Nurhasan, 1992). Kandungan *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* dari air limbah tahu berkisar antara 3000 - 4000 mg/l. Sifat air limbah industri tahu *biodegradable* atau mudah

didegradasi secara biologis. Peruraian air limbah secara biologis menghasilkan gas bio yang mengandung metan dan dapat digunakan sebagai bahan bakar.

Agar limbah industri tahu tidak mencemari lingkungan maka perlu penanganan lebih lanjut. Dalam hal ini Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang telah mendesain dan menerapkan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) di beberapa industri kecil tahu, antara lain di Kebumen, Tegal, Boyolali dan Mangkang. Sejauh ini penerapan IPAL

masih terbatas pada pengolahan air limbah agar sesuai Baku Mutu Air Limbah yang dipersyaratkan, belum memanfaatkan gas bio yang terbentuk sebagai sumber energi. Hal ini disebabkan beberapa faktor antara lain karena pengusaha masih belum memahami manfaat gas bio. Selain itu karena jumlah kedelai yang diolah masih terlalu kecil, secara teknis produksi gas bio belum mencapai batas minimal untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Oleh karena itu diperlukan adanya sistem pengolahan limbah cair terpadu yang dilengkapi dengan akumulator gas bio. Akumulator ini berfungsi sebagai penampung gas bio sebelum digunakan sebagai bahan bakar. Dengan adanya akumulator ini kecepatan distribusi gas bio lebih mudah diatur sesuai dengan kebutuhan.

Proses utama di dalam pengolahan limbah cair tahu ini adalah peruraian bahan organik secara biologis *anaerob* menggunakan bakteri metan. Ada beberapa sistem yang telah dikembangkan untuk pengolahan *anaerobic* ini antara lain sistem konvensional, *Upflow Anaerobic Filter (UAF)*, kontak proses dan *Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*. Didalam hal ini dipilih sistem *UAF*. Sistem ini dirasa tepat untuk dikembangkan didalam pengolahan air limbah cair secara terpadu. Di bagian tengah dari bak *anaerob* dipasang filter media berupa potongan botol plastik / PVC. Bakteri akan menempel dan membentuk lapisan tipis diseluruh permukaan filter. Dengan demikian kontak antara limbah cair yang diolah dengan bakteri bisa sempurna, sehingga efisiensi tinggi dan waktu tinggal pendek yaitu antara 1 – 2 hari (Metcalf and Eddy, 1991). Penelitian ini menghasilkan data yang dapat

digunakan sebagai dasar untuk mendisain IPAL maupun akumulator gas bio sesuai dengan kapasitas air limbah yang dihasilkan oleh industri tahu.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan data

Data primer diperoleh dengan cara penerapan dan mengamati langsung di IPAL industri tahu, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi, lembaga litbang, Kopti yang pernah menangani pengolahan limbah tahu serta dari pustaka yang sesuai.

Pembuatan prototipe akumulator gas bio

Akumulator gas bio dibuat dari bahan yang sederhana dan murah, bisa dimodifikasi sesuai dengan variabel penelitian yang akan dilakukan, tidak permanen agar bisa dibongkar pasang sesuai keperluan. Setiap unit alat terdiri dari dua drum baja dilengkapi dengan pipa pralon dan kran pengatur aliran.

Percobaan

Percobaan dilakukan dengan menampung gas bio dari proses *anaerob*, kemudian dilakukan perhitungan mengenai kecepatan alir gas bio, jumlah gas metan yang terbentuk, perkiraan kalori yang bisa dimanfaatkan dan efisiensi pengolahan. Dari perhitungan tersebut dapat diperoleh data dasar yang bisa digunakan sebagai basis perhitungan untuk mendisain IPAL dan penampung gas bio agar sesuai dengan kapasitas serta kondisi lingkungan setempat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan dilakukan di satu industri yang limbah cairnya diolah dengan sistem *anaerob*. gas bio yang dihasilkan dari proses *anaerob* ini

digunakan sebagai bahan percobaan. Tujuan dari percobaan ini untuk menguji efektifitas peralatan dan memperkirakan jumlah gas bio yang terbentuk setiap satuan volume limbah tahu yang diolah.

Kondisi pengolahan limbah cair industri tahu secara *anaerob* yang digunakan sebagai bahan percobaan disajikan dalam tabel 1. Volume dan laju gas bio yang terbentuk dalam waktu tertentu ditampilkan dalam tabel 2.

Dari tabel 2 didapatkan bahwa laju produksi gas bio rata-rata 32,51 liter/menit. Dalam gas bio kadar metan (CH₄) adalah sekitar 54 – 70 % (Filino Harahap, 1978). Apabila diambil angka minimal, maka kandungan CH₄ dalam gas bio dapat dihitung sebagai berikut :
 $CH_4 = (0,54) (32,51) \text{ liter/menit} = 17,55 \text{ liter/menit}$.

Pada tengah hari, yaitu pada saat *influent* limbah cair masuk ke unit *anaerob* mencapai maksimal, laju

Tabel 1. Kondisi proses anaerob penghasil gas bio dari limbah industri tahu.

No	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Kapasitas kedelai yang diolah (rata-rata)	Kg/hari	300
2.	Jumlah limbah cair	M ³ /hari	5,25
3.	<i>COD influent</i> (kisaran)	mg/l	6535 – 7322
4.	<i>COD effluent</i> (kisaran)	mg/l	1023 – 1574
5.	Beban COD terolah	Kg/hari	29,557
6.	Suhu operasi	°C	30 - 35

Tabel 2. Hubungan antara waktu dan gas bio yang terbentuk pada tekanan normal (tanpa beban).

No. Percobaan	Volume gas (liter)	Waktu (menit)	Laju produksi gas (liter/menit)
1.	94,81	3	31,60
2.	88,81	3	29,60
3.	84,49	3	28,16
4.	140,55	3	46,85
5.	79,14	3	26,38
Rata-rata			32,51

produksi gas metan juga mencapai maksimal yaitu 46,85 liter/menit.

Pada pagi hari saat produksi tahu dimulai dan pada sore hari saat produksi berakhir laju produksi gas juga kecil. Apabila produksi 8 jam per hari dan laju produksi gas minimal 17,55 liter per menit maka jumlah gas metan setiap hari adalah 8424 liter per hari.

Dari tabel 1, dapat dihitung jumlah bahan organik yang terolah setiap hari dan ini dinyatakan sebagai COD terolah perhari. Dari tabel 1 diketahui bahwa kapasitas kedelai yang diolah 300 kg/hari mengeluarkan limbah cair 5,25 m³/hari. COD influent rata-rata = 6928 mg/l dan COD effluent rata-rata = 1298 mg/l. Dengan demikian COD terolah sebesar 29,557 kg/hari.

Jadi COD terolah setiap kg kedelai = $29,557 : 300 = 0,0985$ kg, dan produksi gas metan minimal yang dihasilkan sebesar 284,88 liter per-kg COD terolah atau sebesar 28,06 liter gas metan per-kg kedelai.

Perhitungan produksi gas metan secara teoritis.

Sebagai pembanding, dihitung produksi gas metan secara teoritis. Diketahui 1 mole (16 gram) metan ekuivalen dengan 64 gram COD (Benefield, Larry D, 1979). Pada kondisi standard (0°C, 1 atm) volume setiap 1 mole CH₄ adalah 22,4 liter sehingga 1 gram COD setara dengan 22,4 / 64 liter CH₄ atau 1 gram COD setara dengan 0,35 liter CH₄. Dalam 1 hari COD terolah = 29,557kg = 29.557gram. Dengan demikian volume gas metan yang terbentuk secara teoritis = (0,35) (29557) = 10.344 liter CH₄/ hari.

Dibandingkan dengan CH₄ yang terbentuk sebenarnya, yaitu 8424 liter CH₄/ hari, maka efisiensi produksi CH₄ adalah = $8.424/10.344 \times 100 \% = 81,43 \%$.

Perkiraan jumlah kalori.

Nilai kalori gas bio adalah 4800 – 6700 Kkal/M³, dan gas metan murni adalah 8900 Kkal/M³ (Filino Harahap, 1978). Dengan demikian jumlah kalori minimal untuk 8424 liter CH₄ per hari diperkirakan sebesar 74,973 Kkal/hari atau sebesar 2,536 Kkal per kg COD terolah. Bila dinyatakan dalam satuan kg kedelai, kalori yang dihasilkan sebesar 0,2497 Kkal/kg kedelai.

Berikut ini disajikan perkiraan produksi gas bio yang dihasilkan pada penerapan prototipe IPAL sentral industri tahu di desa Adiwerna, Kabupaten Tegal. Pengolahan dengan cara : ekualisasi, anaerobik sistim UAF (*Upflow Anaerobic Filter*) dan penyerapan bau. Debit limbah cair = 30 M³/hari, dengan asumsi efisiensi produksi gas bio = 81,43 %, maka produksi gas bio dapat diketahui yaitu = $81,43/100 (284,88) \times \text{COD terolah}$. Selanjutnya dihitung kalori yang dihasilkan yaitu = 2,536 (COD terolah), maka didapatkan hasil seperti pada tabel 3.

KESIMPULAN

Dari percobaan hasil dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa gas bio yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah cair industri tahu secara anaerobic dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dengan nilai kalori sebesar 0,2497 Kkal/Kg kedelai.

Tabel 3 : Perkiraan jumlah gas dan kalori di IPAL industri tahu Adiwerna

No	COD inf mg/l	COD eff mg/l	COD terolah kg/hari	Prod. Biogas liter/hari	Prod. Metan liter/hari	Kalori Kkal /hari
I	4604,3	115,90	134,65	38359,66	17027,09	341,48
II	4290,8	98,20	125,78	35831,64	15904,95	318,97
III	5247,5	120,79	153,80	43814,91	19448,56	390,04
IV	5495	158,42	160,10	45608,55	20244,72	406,01
V	4950	149,51	144,01	41026,91	18211,02	365,22
VI	4703	158,42	136,34	38839,80	17240,21	345,75
VII	6205,1	117,95	182,61	52023,22	23092,07	463,11
Rata-rata	5070,814	131,31	148,19	42214,96	18738,37	375,79

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Djumari - Industri Kecil Tahu Magelang, kepada DR. Bambang Cahyono, MIPA - Jurusan Kimia UNDIP dan kepada Ketua Asosiasi Industri Kecil Tahu dan Tempe di Adiwerna Tegal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1977, Degester Gas Bio, Pusat Informasi / Dokumentasi Teknologi Tepat, PTP - ITP, Bandung.

2. Benefield Larry D, 1980, Biological Process design for wastewater treatment, Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, USA.
3. Filino H, Ginting S, 1978, Teknologi Gas Bio, Surya International, Pusat Teknologi Pembangunan, ITB, Bandung.
4. Metcalf and Eddy, 1991, Waste Water Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, Third ed, Mc Grow. Hill, Inc, Singapore.
5. Nurhasan Ir, 1992, Unit Pengolah dan Biogas dari Air Limbah Tahu di Magelang, BPPI Semarang, Semarang