

Produksi Gasbio dari Onggok pada Dijester Skala Pilot-Plant

Oleh:

R. Sarwono

Ig. Suharto

E.I. Wiloso

S A R I

Percobaan produksi gasbio dari onggok telah dilakukan pada dijester dengan kapasitas kerja masing-masing 176 dan 880 liter, secara semi kontinyu pada suhu kamar 23–24°C. Percobaan ini tidak memerlukan penambahan panas dari luar, sehingga mempermudah proses fermentasinya.

Proses pada suhu kamar ini ternyata mempunyai efisiensi volumetrik yang lebih rendah dibandingkan dengan proses pada suhu 35°C (9,10). Untuk mendapatkan proses yang stabil, maka dilakukan penurunan konsentrasi umpan dari 5% menjadi 1 dan 0,5%. Proses bisa stabil pada pengisian 0,5% dan 150 hari waktu tinggal dengan menghasilkan gasbio sebanyak 0,1–0,02 l/l hari dengan kandungan CO₂ 32–24% alkalinitas dan keasaman substrate sebesar 300–450 mg/l.

ABSTRACT

Biogas production from Cassava solid waste (CSW) was carried out at two digesters which are 176 l and 880 l of working capacity, fermentation process on semi continuous system and ambient temperature of 23–24°C, so without heater and too simple the fermentation processes.

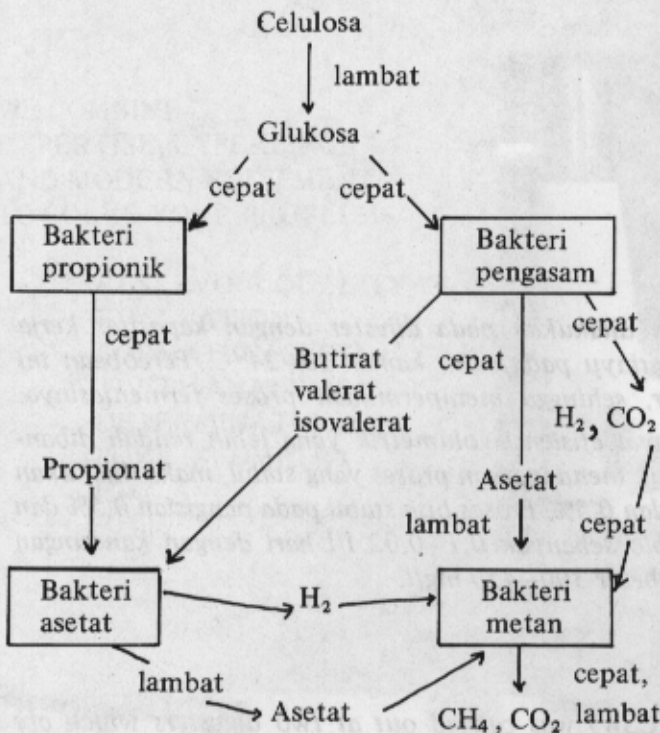
The volumetric efficiency is too low be compared by previous study (9,10) on the 35°C temperature process. To find the stability of this process by decreasing the loading rate from 5% to 1 and 0.5% of feed concentration. The process stable on 0.5% of feed concentration at 150 days of retention time, biogas production of 0.1–0.02 l/l day CO₂ content of 32–24%, alkalinity and total volatile acid of the substrate of 300–450 mg/l.

I. PENDAHULUAN

Proses fermentasi untuk menghasilkan gasbio dari zat-zat organik terjadi pada proses yang kompleks. Di sini bekerja tiga golongan utama bakteri. Pertama, bakteri penghidrolisa dari polimer-polimer seperti karbohidrat, lemak, protein yang akan menghasilkan zat-zat terlarut. Kedua, bakteri pengasam, yaitu menguraikan lebih lanjut zat-zat terlarut tadi menjadi zat-zat volatil dan gas seperti asam butirat, asam asetat, asam formiat, asam propionat, gas H₂, CO₂, dan H₂S. Ketiga, adalah bakteri pembentuk metan.

Bakteri metan mempunyai pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan bakteri pembentuk asam (1, 2, 5, 6). Oleh karena itu laju reaksi keseluruhan ditentukan oleh aktivitas dari bakteri metannya. Jadi untuk menaikkan efisiensi fermentasi metan perlu memperhatikan aktivitas bakteri metannya. Metan bisa dibentuk dari asam-asam dan dari gas H₂ dan CO₂ (5). Semua bakteri metan bisa menggunakan gas hidrogen sebagai tenaga reduktan dan sintesis di dalam selnya (2,5,6,7,8). Oleh karena itu bakteri pembentuk hidrogen juga ikut berperan di dalam pembentukan metan.

Untuk dijester sistem satu tahap, konsentrasi substrat dapat dikonversi pada proses kontinu (1,6 – 8 gr/l, WT = 10 – 15 hari). Jika pengisian umpan terlalu banyak akan menyebabkan terjadinya akumulasi asam dan dapat mengakibatkan proses terhenti (3).



Gambar 1

Konversi selulosa menjadi asam-asam, metan dan CO₂

Sumber : Jeffries, et. al (1978)

Tabel 1

Macam-macam substrat untuk pertumbuhan beberapa bakteri metan

| Substrat | Organisme |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| CO ₂ /H ₂ | Methanobacterium M.o.H M. Thermo autotrophicum |
| CO ₂ /H ₂ , format | M. Arbo philicum M. Formicicum M. Ruminantium Methanospirillum hungatii |
| CO ₂ /H ₂ , metanol CH ₃ NH ₂ , asetat, CO | Metanosarcino barkeri M. Thermoautotrophicum |

Sumber: Lane, et.al, (1981)

Table 2

Karakteristik pertumbuhan dari M. Thermoautotrophicum dan Methanosarcina bacteri

| Energy yielding reaction kcal/mol | optimum growth temp. °C | Maximum doubling time (h) | growth yield (mg/mmmole CH ₄) | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|-----|
| Methanobacterium thermoautotrophicum. 4H ₂ + HCO ₂ ⁻ + H ⁺ CH ₄ + 3H ₂ O | -32,7 | - | 2 | 2-3 |
| 4CO + 2H ₂ O 3CO ₂ + CH ₄ | -50,5 | 65-70 | 30 | - |
| Methanosarcina b. 4H ₂ + HCO ₂ ⁻ + H ⁺ CH ₄ + 3H ₂ O | -32,7 | - | 12 | 6,4 |
| 4 CO + 2H ₂ O 3CH ₄ + CO ₂ + 2H ₂ O | -76,4 | - | 10 | 7,2 |
| 4CH ₃ NH ₂ Cl + 2 H ₂ O 3CH ₄ + CO ₂ + 4NH ₃ Cl | -68,2 | 37-40 | 14 | 7,0 |
| CH ₃ COO ⁻ + H ⁺ CH ₄ + CO ₂ | -8,6 | - | 24 | 1,6 |

Sumber: Lane, et.al (1981)

II. BAHAN

Onggok dengan kadar padatan rata-rata 85% (b/b) merupakan substrat utama yang diumpangkan ke dalam dijester. Kotoran sapi sebagai penyedia bakteri digunakan untuk memulai proses fermentasi. Pupuk urea dan TSP, amoniak, NH₄ Cl, dan KH₂ PO₄ sebagai sumber nitrogen dan fosfor.

III. PERALATAN

Dijester yang digunakan terbuat dari plat besi dengan kapasitas kerja masing-masing; dijester I 176 liter, dijester II 880 liter. Dijester diisolasi dengan *glass wool* untuk memperkecil perubahan temperatur antara siang dan malam. Dijester dilengkapi dengan penampung gas, kran pengambilan contoh, dan pengaduk.

IV. METODE

A. Penggantian substrat

Percobaan ini dilakukan dengan cara penggantian substrat dari kotoran sapi oleh onggok sebagai substrat baru. Proses fermentasi dimulai dengan cara mengisikan kotoran sapi dan air 1 : 1 (v/v). Fermentasi dibiarkan berlangsung sampai dihasilkan gas yang dapat dibakar, kemudian baru diumpangkan substrat onggok dicampur dengan urea dan TSP. Campuran ini mempunyai nilai C: N: P adalah 100 : 2,68 : 0,6 dengan waktu tinggal 100 hari konsentrasi onggok 5%. Pengontrolan dilakukan dengan

mengamati perubahan pH. Jika nilai pH mencapai harga sekitar 6,5 maka pemasukan umpan dihentikan sehingga pH akan naik kembali.

B. Pengaruh berbagai sumber nitrogen dan fosfor

Rasio C-N-P dari substrat dibuat tetap yaitu 100 : 2,68 : 0,6 selama pengisian umpan. Penambahan nitrogen dan pospor ini bisa dibagi menjadi (a) urea dan TSP, (b) NH_4Cl dan KH_2PO_4 , dan (c) NH_4OH dan KH_2PO_4 . Jumlah masing-masing komponen yang ditambahkan agar nilai rasio C-N-P = 110 : 2,68 : 0,6 adalah 0,01674 gram urea, 0,01213 gram TSP, 0,07738 gram NH_4Cl , 0,1083 ml NH_4OH dan 0,02242 gram KH_2PO_4 untuk setiap gram ongkok.

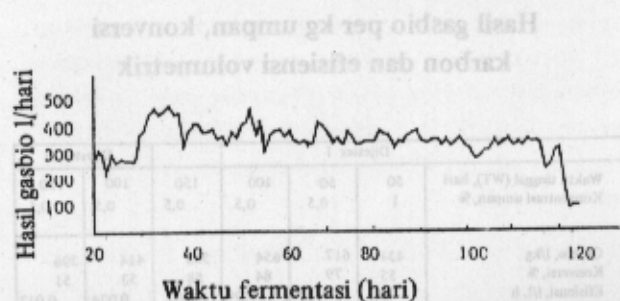
C. Analisis

Analisis dilakukan terhadap jumlah gasbio yang dihasilkan dengan gas-meter, kandungan CO_2 dalam gasbio dengan orsat apparatus, pH substrat dengan pH-meter, alkalinitas dan volatil acid dengan titrasi.

V. HASIL DAN DISKUSI

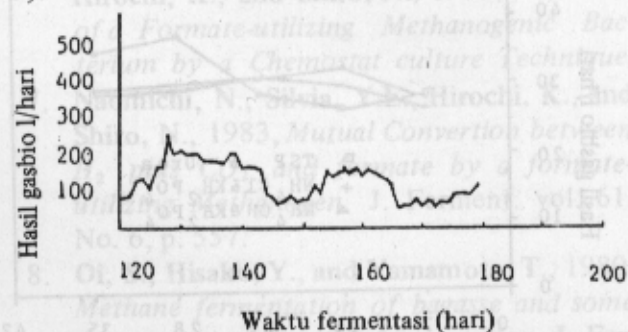
A. Proses penggantian substrat

Substrat kotoran sapi dicampur dengan air 1 : 1 (v/v), dimaksudkan ke dalam dijester dan fermentasi dibiarkan berlangsung. Pada mulanya gas yang dihasilkan tidak dapat dibakar. Setelah fermentasi hari ke-20, gasbio yang dihasilkan baru dapat dibakar kemudian proses penggantian substrat dimulai dengan memasukkan ongkok, konsentrasi 5% (b/v) waktu tinggal (WT) 100 hari, yaitu sebanyak 517,5 gram per hari. Proses fermentasi ini dapat berlangsung dengan baik selama 84 hari. Gasbio yang dihasilkan rata-rata 350 liter per hari (Gambar 2).



Gambar 2. Gasbio yang dihasilkan pada dijester II, konsentrasi umpan 5%, WT = 100 hari

Karena pH sudah mendekati nilai 6,5 dan ini akan terus menurun, maka pengisian substrat dihentikan. Ternyata pH cenderung naik; penghentian selama 15 hari nilai pH mencapai 6,8. Kemudian pengisian umpan dilanjutkan lagi dengan menurunkan jumlahnya, yaitu konsentrasi 5%, waktu tinggal 150 hari yaitu sebesar 345 gram per hari. Selama 90 hari, gas bio yang dihasilkan rata-rata 150 liter per hari. (Gambar 3).



Gambar 3. Gasbio yang dihasilkan pada dijester II, konsentrasi umpan 5%, WT = 150 hari

B. Pengaruh berbagai sumber nitrogen dan pospor

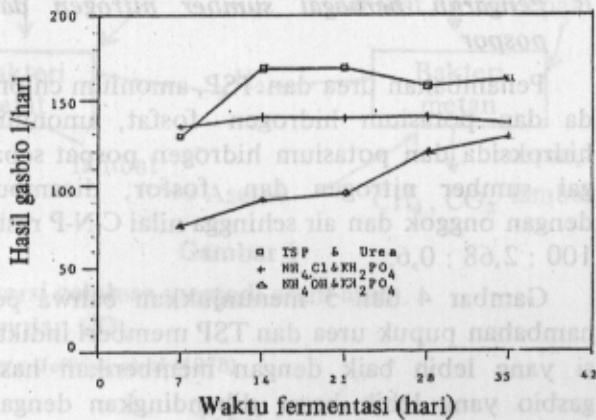
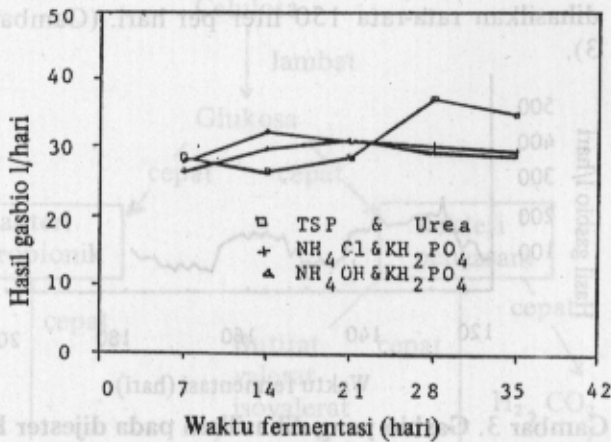
Penambahan urea dan TSP, amonium chlorida dan potasium hidrogen fosfat, amonium hidroksida dan potasium hidrogen pospat sebagai sumber nitrogen dan fosfor, dicampur dengan ongkok dan air sehingga nilai C-N-P rasio 100 : 2,68 : 0,6.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa penambahan pupuk urea dan TSP memberi indikasi yang lebih baik dengan memberikan hasil gasbio yang lebih besar dibandingkan dengan pemberian nutrisi lainnya. Pemberian nutrisi amonium chlorida dan potasium hidrogen fosfat lebih baik dari pada pemberian nutrisi amonium hidroksida dan potasium hidrogen fosfat.

C. Tinjauan "hydrodynamic" substrat ongkok

Ongkok disusun sebagian besar oleh selulosa atau serat yang tidak larut ke dalam air, maka di dalam air akan membentuk larutan heterogen. Bagian-bagian yang ringan akan mengapung ke permukaan; sedangkan bagian-bagian yang berat akan mengendap ke dasar dijester. Adanya bahan yang terapung ini dapat diketahui setelah dijester dibuka tutupnya; terlihat adanya penebalan permukaan substrat. Bahan ini tidak akan keluar pada model dijester dengan saluran pe-

masuk dan pengeluaran substrat melalui dasar dijester. Karena bahan ini tidak akan bisa keluar, maka untuk operasi fermentasi yang lama lapisan permukaan ini akan menjadi banyak dan konsentrasi substrat sukar dikontrol, Akibatnya proses fermentasi tidak stabil.



Secara sepintas kepekatan substrat dapat dibagi menjadi tiga bagian. Bagian atas kepekatan substrat disebabkan oleh bahan yang terapung. Bagian tengah adalah daerah bening, konsentrasi substrat oleh zat-zat terlarut. Sedangkan bagian bawah kepekatan substrat oleh bahan yang mengendap yang muda terdorong keluar sebagai buangan. Dengan adanya kepekatan substrat yang tidak merata ini, maka dengan sendirinya pertumbuhan mikroorganismenya juga tidak akan merata pada seluruh isi dijester. Untuk memperbaiki distribusi konsentrasi agar dapat merata, maka substrat ongkok harus diusahakan agar selalu bergerak. Ini dapat dilakukan dengan pengaduan secara terus menerus.

D. Proses pada konsentrasi rendah

Pengisian umpan sebanyak 5% (b/v) tidak bisa dilakukan secara terus menerus karena ada kecenderungan nilai pH menurun. Dalam keadaan setimbang antara produksi asam dan metan, maka pada penghentian pemasukan umpan akan memperbaiki nilai pH yang cenderung akan naik (4). Setelah fermentasi berlangsung selama kurang lebih sepuluh bulan, pH substrat turun sampai nilai 5,3. Pemasukan umpan dihentikan tetapi tidak diikuti oleh naiknya pH. Berarti di sini produksi asam lebih cepat daripada produksi metan. Bila hal ini dibiarkan, pH akan terus menurun dan bakteri metan akan mati. Akibatnya fermentasi metan akan gagal. Untuk mencegah hal ini, maka konsentrasi substrat diturunkan dengan pengenceran dan dinetralkan dengan NaOH 1% sebanyak masing-masing 500 ml per hari untuk dijester I. Sedang untuk dijester II sebanyak 2,5 liter per hari selama lima kali pemasukan, dan nilai pH naik menjadi 6,2. Selanjutnya fermentasi dibiarkan berlangsung, ternyata pH naik dengan sendirinya menjadi 6,9 dan ini berarti sudah terjadi kesetimbangan antara pembentukan asam dan metan. Kemudian pengisian dilanjutkan lagi. Agar proses fermentasi berjalan dengan baik, maka jumlah umpan yang diisikan dikurangi, yaitu konsentrasi 1% dan 0,5%, sedang waktu tinggalnya dicoba 50, 100, dan 150 hari.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa makin kecil pemasukan umpan, makin kecil pula efisiensi volumetriknya. Sedang pada proses dengan konsentrasi 0,5% dan waktu tinggal 100 hari memperlihatkan hasil yang paling baik, yaitu konversi karbon dan hasil gasbionya.

Tabel 5
Hasil gasbio per kg umpan, konversi karbon dan efisiensi volumetrik

| | Dijester I | | | | Dijester II | |
|--------------------------|------------|------|------|------|-------------|-------|
| | 50 | 50 | 100 | 150 | 100 | 150 |
| Waktu tinggal (WT), hari | 50 | 50 | 100 | 150 | 100 | 150 |
| Konsentrasi umpan, % | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Gasbio, l/kg | 431 | 617 | 654 | 533 | 414 | 396 |
| Konversi, % | 55 | 79 | 84 | 68 | 53 | 51 |
| Efisiensi, l/l.h | 0,1 | 0,07 | 0,04 | 0,02 | 0,024 | 0,017 |

VI. KESIMPULAN

1. Pertumbuhan mikro-organisme pada substrat onggok tidak begitu baik, ditandai dengan menurunnya jumlah umpan yang dapat dicerna pada keadaan setimbang.
2. Jumlah gasbio yang dihasilkan pada fermentasi onggok lebih rendah dibandingkan dengan fermentasi kotoran sapi.
3. Kenaikan jumlah umpan mengakibatkan menurunnya pH substrat.

KEPUSTAKAAN

1. **Chen, M., Wolin, J.M.** 1977, *Influence of CH₄ production by Methanobacterium ruminantium on the Fermentation of Glucose and lactose by Selenomonas ruminantium*. Applied and Environmental Microbiology. dec. 756, American society for Microbiology.
2. **Dhavises, G., Sriprasertak, P., Tashio, T., Makoto, T., and Oi, S.** 1985, *Mesophilic and Thermophilic Methane fermentation of Agro wastes and grasses*. J. Ferment. Technol. vol. 63, No.1, 45.
3. **Jeffries, T.W., Omstead, D.R., Cardenas, R.R. and Gregor, H.P.**, 1978, *Membrane-controlled digestion: Effect of ultrafiltration on Anaerobic digestion of glucose*, Biotechnology and Bioengineering Symp. No. 8, 37-49.
4. **Khan, A.W., Miller, S.S, and Murray, W.D.**, *Division of Biological sciences*, National Research Council of Canada, Ottawa, Canada KIA ORO.
5. **Lane, A.G.**, 1981, "Recent advances in microbiology of digester", *First Asean Seminar Working on biogas Technology*, Manila, Philippines.
6. **Naomichi, N., Silvia, Y.E., Koichiro, R., Hirochi, K., and Shiro, N.**, 1983, *Isolation of a Formate-utilizing Methanogenic Bacterium by a Chemostat culture Technique*.
7. **Naomichi, N., Silvia, Y.E., Hirochi, K., and Shiro, N.**, 1983, *Mutual Conversion between H₂ plus CO₂ and formate by a formate-utilizing Methanogen*. J. Ferment. vol. 61, No. 6, p. 557.
8. **Oi, S., Hisako, Y., and Yamamoto, T.**, 1980, *Methane fermentation of bagasse and some factors to improve the fermentation*. J. Ferment. vol. 58, No. 4, p. 367.
9. **Wiloso, E.I., Suharto, Ig., Sarwono, R.** 1986, "Percobaan produksi Gasbio dari onggok dengan sistem semi kontinyu pada dijester skala 176 liter." *Buletin Limbah Pangan*, vol. II(2).
10. **Wiloso, E.I., Suharto, Ig. Sarwono, R.**, 1985, *Produksi Gasbio dari onggok pada dijester 176 liter dengan waktu tinggal 30, 50 dan 100 hari.*" *Buletin Limbah Pangan*, vol. III (2).