

PENGARUH *STARTER* DAN WAKTU RETENSI TERHADAP PRODUKSI GAS METHAN DARI LIMBAH SAPI PERANAKAN ONGOLE

Purwanto Basuki¹

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *starter* dan waktu retensi terhadap produksi gas metan dari limbah sapi peranakan ongole yang dipelihara pada kondisi pedesaan. Materi yang digunakan dalam penelitian adalah feses sapi Peranakan Ongole (PO) yang diberi bahan pakan dominan jerami padi. Feses dari 16 ekor sapi PO dicampur dengan air untuk mendapatkan substrat dengan kadar bahan kering 8%. Substrat dipisahkan menjadi dua kelompok perlakuan dengan 4 ulangan untuk setiap perlakuan. Kelompok I (SP I) tanpa penambahan *starter* dan kelompok II (SP II) dengan penambahan *starter* 5%. Substrat dimasukkan ke dalam digester diskontinyu kapasitas 200 liter sebanyak 4 unit digester untuk setiap perlakuan. Parameter yang diamati meliputi suhu digester, suhu lingkungan, pH, produksi gas bio/hari dan analisis komposisi gas metan. Penelitian dilaksanakan selama 80 hari waktu retensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar bahan kering feses 18,57%, C/N ratio 38,95 suhu lingkungan 26,1 s/d 30,5°C suhu digester 24,9-28,3°C, pH 6-8. Dengan volume substrat 200 liter diperoleh total produksi gas bio pada SP I 751,55 dan SP II 829,68 liter/1 atm./29°C. Produksi gas bio per kg. bahan kering adalah SP I 46,97 dan SP II 51,86 liter/1 atm./29°C. Estimasi produksi gas metan pada SP I 376,53 dan SP II 415,01 liter/1 atm./29°C, untuk volume substrat 200 liter. Uji statistik dengan pola faktorial 2 x 8 menunjukkan bahwa waktu retensi dan penambahan *starter* berpengaruh terhadap produksi gas bio dan gas metan dengan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Ada interaksi antara perlakuan penambahan *starter* dengan waktu retensi terhadap produksi gas bio. Kesimpulan hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *starter* 5% pada substrat dapat mempercepat dan meningkatkan produksi gas metan sampai waktu retensi hari ke 20, sedangkan waktu retensi pada periode waktu 10 hari berpengaruh terhadap produksi gas metan dengan puncak produksi pada waktu retensi 20 - 30 hari.

(Kata kunci: *Starter*, Waktu retensi, Produksi gas metan, Limbah sapi PO.)

¹ Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta 55281

**EFFECT OF STARTER AND RETENTION TIME ON
METHANE GAS PRODUCTION OF ONGOLE
CROSSBRED CATTLE WASTE**

ABSTRACT

The objective of this study was to know the effect of starter and retention time on methane gas production of Ongole crossbred manure under rural condition. Sixteen Ongole crossbred cattles were taken their feces and mixed with water to get substrates with 8% dry matter. Substrates were divided into SP I (without starter) and SP II (with starter 5%) repeated 4 times per treatment. Results showed dry matter of feces was 18.57%; C/N ratio was 38.95. Environmental temperature was 26.1 - 30.5°C, digester temperature 24.4 - 28.3°C and pH was 6 - 8. During experiment with 80 days of retention time was obtained biogas production of SP I 751.55 and SP II 829.68 liter/1 atm/29°C for 200 liters substrates. Biogas production per 1 kg dry matter of SP I was 46.97 and SP II was 51.80 liters/1 atm/29°C. Methane gas production of SP I 376.53 and SP II 415.01 liters/1 atm/29°C for 200 liters substrates. There was significant difference ($P < 0.05$) on methane gas production because of starter and retention time. It was concluded that starter 5% could increase methane gas production up to day 20 whereas retention time on the day 10 affected methane gas production with rear methane production on the day 20 - 30.

(Key words: Starter, Retention time, Methane gas production, Ongole feces.)

Pendahuluan

Dalam strategi pengembangan sumber energi konvensional, peranan sapi potong sebagai penghasil energi biomasa yang potensial tidak dapat diabaikan. Hal ini disebabkan karena populasi sapi potong di Indonesia cukup besar dan sebagian besar pemilikannya berada di tangan petani peternak.

Sampai saat ini aplikasi teknologi pemanfaatan gas bio dari limbah ternak untuk bahan bakar rumah tangga masih terbatas pada komoditi sapi perah skala perusahaan, sedangkan pemanfaatan gas bio dari sapi potong belum banyak dilakukan. Oleh karena itu penelitian yang berorientasi pada pengembangan sumber energi non konvensional dari limbah sapi potong perlu mendapat perhatian.

Gas metan merupakan salah satu komponen penyusun gas bio yang dapat dibakar (54-70%) di samping CO₂ (27-45%) dan gas lain dalam prosentase yang kecil (Harahap *et al.*, 1978). Gas bio merupakan sumber energi non konvensional, yang dihasilkan dari proses fermentasi *an aerob* dalam *digester* (unit pencernaan) dengan melibatkan peranan bakteri. Proses fermentasi *an aerob* untuk menghasilkan gas bio, berlangsung dalam tiga tahap. Pada tahap I, sekelompok mikroorganisme yang fakultatif *an aerob* bekerja pada bahan organik yang polimerik, yang secara hidrolisis enzimatis dirombak menjadi monomer-monomer yang larut. Pada tahap II monomer yang larut ini akan dirubah menjadi asam organik, yakni asam asetat, asam propionat dan asam butirat. Asam organik ini merupakan substrat bagi proses

dekomposisi pada tahap ke III, yang dilakukan oleh bakteri methanogenik untuk menghasilkan gas metan dan karbon dioksida. Kelompok bakteri yang bekerja secara simbiosis dalam fermentasi anaerob tersebut adalah bakteri fermentatif, asetonik dan methanogenik (Blot, P., 1976; Suriwira dan Sastramihardja, 1980).

Lingkungan abiotis (non biologis) yang berpengaruh terhadap proses fermentasi tersebut idealnya adalah kadar bahan kering substrat 7-9%; C/N ratio 25-30, kisaran temperatur 5-55°C. (Idealnya 30-35°C), pH 6-8; terhindar dari masuknya zat beracun dan ada tidaknya starter pada substrat (Suriawiria dan Sastramihardja, 1980; Basuki P., 1985). Starter adalah satu atau segolongan mikroorganisme yang sengaja ditumbuhkan pada substrat selektif untuk membantu proses fermentasi (Brock, 1970). Pemilihan starter semi buatan yang berasal dari digester dalam stadia aktif akan berhasil baik kalau tepat waktu pengambilannya. Pemilihan starter diusahakan agar sifat bakteri tidak berubah, sehingga proses fermentasi berjalan dengan baik (Suriawiria dan Sastramihardja, 1980). Berdasarkan uraian tersebut penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan starter dan waktu retensi terhadap produksi gas metan dari substrat yang berasal dari limbah sapi PO.

Materi dan Metode

Penelitian menggunakan 8 buah unit pencernaan (digester) kapasitas 200 liter tipe diskontinyu dan 8 unit gas holder (penampung gas) dengan peralatan tambahan yang digunakan adalah manometer, termometer, pH meter, injektor yang dimodifikasi untuk pengambilan gas bio, venoject dan gas chromatografi. Limbah feses sapi PO untuk pembuatan substrat diperoleh dari 16 ekor sapi PO dewasa pada kondisi pemeliharaan di

pedesaan, dengan pakan yang didominasi oleh jerami padi.

Feses segar yang diambil dari 16 ekor sapi PO dianalisa kadar bahan keringnya. Berdasarkan data bahan kering feses tersebut kemudian feses segar ditambah air untuk mendapatkan substrat dengan kadar bahan kering 8%. Analisa dilakukan pula terhadap C/N ratio feses. Substrat yang telah tersedia (BK = 8%) kemudian dimasukkan dalam 8 unit digester tipe pengisian curah (diskontinyu) yang terbuat dari drum oli bekas yang telah dimodifikasi. Digester sebanyak 8 unit dipisahkan menjadi 2 kelompok perlakuan (kontrol/SP I vs penambahan starter 5% dari volume substrat/SP II).

Starter semi buatan diperoleh dari lumpur aktif (sludge) sisa proses pembuatan gas bio dari hasil penelitian sebelumnya yang juga menggunakan limbah sapi PO. Aktivitas dan perkembangan bakteri pada starter, dipacu dengan penambahan air gula dan kemudian diperiksa secara mikroskopis.

Parameter yang diamati meliputi produksi gas bio per hari yang kemudian diperhitungkan untuk setiap periode waktu retensi 10 hari, pH substrat, suhu digester, suhu lingkungan dan komposisi gas metan. Waktu penelitian selama 80 hari.

Analisis data dengan menggunakan rancangan percobaan CRD pola faktorial 2 x 8 dengan perlakuan penambahan starter 5% dari volume substrat dan waktu retensi untuk setiap periode 10 hari, selama 80 hari.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pada Tabel I menunjukkan bahwa produksi feses per ekor per hari dari sapi PO rata-rata 10,2 kg, kadar bahan kering 18,57% dan C/N ratio 38,95.

TABEL 1. PRODUKSI FESES, KADAR BK, C/N RATIO, SUHU LINGKUNGAN, SUHU DIGESTER DAN pH SELAMA PENELITIAN

	Starter	
	0%	5%
Produksi feses per ekor per hari (kg)	10,2	10,2
Kadar BK ¹ (%)	18,57	18,57
Kadar bahan kering substrat (%)	8	8
Kisaran suhu lingkungan (°C)	26,1 - 30,5	26,1 - 30,5
Kisaran suhu digester(°C)	25,0 - 28,3	24,9 - 28,4
pH	6 - 8	6 - 8
C/N ratio ²	38,95	38,95

¹ Sumber: Lab. Ilmu Nutrisi Dan Makanan Ternak Fak. Peternakan UGM.

² Sumber: Lab. Ilmu Tanah Fak. Pertanian UGM.

Tingginya C/N ratio (38,95) yang melebihi C/N ratio ideal (25-30) untuk produksi gas bio pada feses sapi kemungkinan disebabkan karena bahan pakan sapi didominasi oleh jerami padi dan sedikit hijauan/konsentrat, sedangkan suhu digester (25-28,4°C) sedikit berada di bawah suhu lingkungan (26,1-30,5°C), maupun suhu yang ideal (30-35°C) untuk proses fermentasi. Untuk mengetahui efek dari perlakuan starter, maka kondisi substrat dan konstruksi digester diusahakan relatif sama.

Pengaruh penambahan starter dan waktu retensi terhadap produksi gas bio dan gas methan. Dari Tabel 2 diketahui bahwa total produksi gas bio untuk 200 liter substrat pada perlakuan SP I (kontrol) adalah 751,55 liter/l atm./29°C lebih rendah dibandingkan pada perlakuan penambahan starter 5% (SP II), yaitu 829,68 liter/l atm./29°C dengan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Dari Tabel 2 dan 3 serta dari Gambar 1 dan 2 nampak jelas bahwa, penampakan

starter 5% ternyata berpengaruh nyata terhadap produksi gas bio pada umur retensi sampai 20 hari. Sesudah hari ke 20, justru produksi gas bio pada perlakuan SP I (starter 5%) lebih rendah dari kontrol (SP I). Sesudah umur retensi 30 hari produksi gas bio antara SP I dan SP II tidak jauh berbeda.

Pada perlakuan SP I dan SP II kualitas dan jumlah bahan kering substrat pada prinsipnya sama, tetapi karena pada substrat SP II ditambah starter semi buatan, yang sebenarnya mengandung bakteri yang sudah diaktifkan, maka aktivitas digesti an aerobik pada digester SP II berlangsung lebih cepat dibanding SP I. Pada SP I proses digesti an aerobik juga berlangsung tetapi asal bakteri terbatas dari *tractus digestivus* sapi potong, dengan jumlah bakteri yang lebih sedikit dari SP II, akibatnya proses fermentasi lebih lambat dari SP II (Tabel 2 dan 3, Gambar 1 dan 2) (Bell, *et al.*, 1973, Suriawiria dan Sastramihardja, 1980).

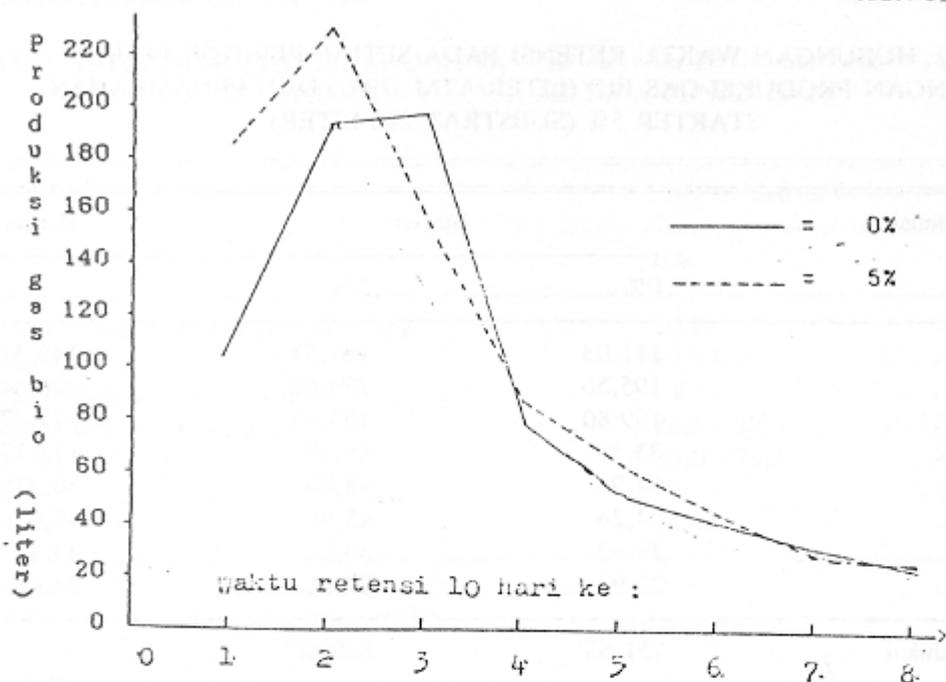
TABEL 2. HUBUNGAN WAKTU RETENSI PADA SETIAP PERIODE 10 HARI DENGAN PRODUKSI GAS BIO (LITER/ATM./29°C) DAN PENAMBAHAN STARTER 5% (SUBSTRAT 200 LITER)

Waktu retensi	Starter		Rerata
	0%	5%	
1.	111,03	187,58	149,31 ^a
2.	195,56	224,62	208,84 ^b
3.	199,80	155,13	177,47 ^c
4.	83,39	89,98	173,37 ^c
5.	54,94	45,80	50,37 ^d
6.	44,24	45,90	45,07 ^e
7.	34,62	34,00	34,31 ^f
8.	27,97	28,86	28,42 ^g
Total produksi	751,55 ^a	829,68 ^b	

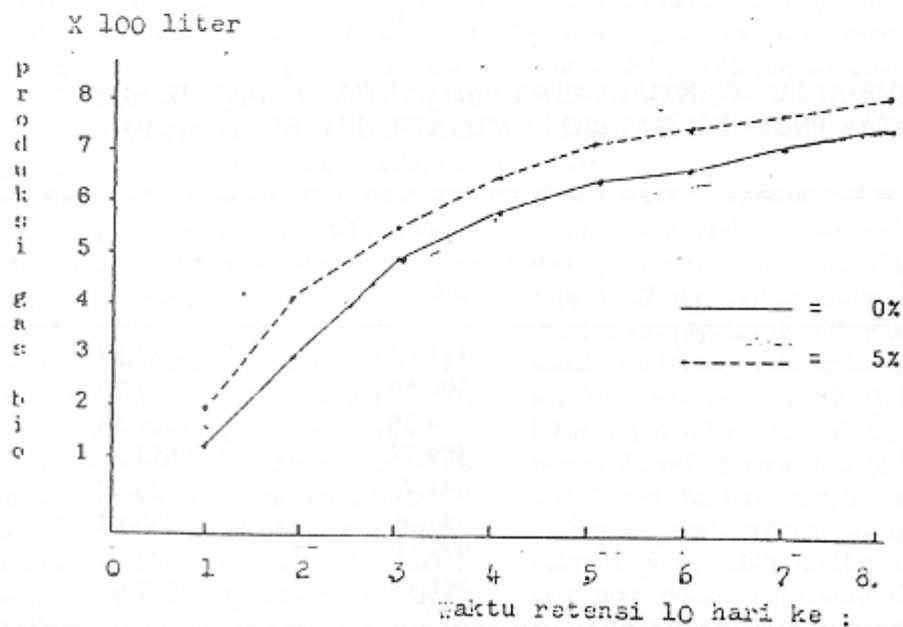
^{a, b, c, d, e, f, g} Superskrip yang berbeda pada harga rata-rata produksi gas bio kolom yang sama dan jumlah produksi gas bio pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

TABEL 3. HUBUNGAN WAKTU RETENSI PADA SETIAP 10 HARI DENGAN TOTAL PRODUKSI GAS BIO KUMULATIF (LITER/1 ATM./29°C)

Waktu retensi 10 hari ke:	Starter	
	0%	5%
1.	111,03	187,58
2.	306,59	412,20
3.	506,39	567,33
4.	589,78	657,31
5.	644,72	720,97
6.	688,96	766,82
7.	723,58	800,82
8.	751,55	829,68



Gambar 1. Grafik hubungan waktu retensi setiap periode 10 hari dengan produksi gas bio (liter/1 atm/ 29°C).



Gambar 2. Grafik hubungan waktu retensi setiap periode 10 hari terhadap produksi gas bio secara kumulatif (liter/1 atm/29°C).

TABEL 4. KOMPOSISI GAS METHAN DAN ASUMSI PRODUKSI GAS METHAN PER KG BAHAN KERING (LITER/1 ATM./29°C)

	Starter	
	0%	5%
komposisi gas methan (%)	50,10	50,02
komposisi gas CO ₂ dan gas lain (%)	49,90	49,98
produksi gas bio pada 200 liter substrat (l)	751,55 ^a	829,68 ^b
produksi gas methan pada 200 kg substrat (l)	376,52 ^a	415,00 ^b
produksi gas bio/kg bahan kering	46,97 ^a	51,86 ^b
produksi gas methan/kg bahan kering	23,5 ^a	25,94 ^b

^{a,b} superskrip yang berbeda dari harga rata-rata baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Sesudah umur retensi hari ke 31 produksi gas bio pada kontrol (SP I) dan perlakuan starter (SP II) tidak jauh berbeda, tetapi pada produksi gas bio hari ke 20 - 30 ternyata pada SP I (199,8 liter/atm./29°C) lebih tinggi dibanding pada SP II (155,13 liter/atm./29°C). Hal ini diduga disebabkan karena menurunnya persediaan bahan kering substrat dari SP II yang telah mengalami proses fermentasi sampai hari ke 20. Sementara persediaan bahan kering substrat pada SP I masih cukup banyak dan melebihi substrat pada SP II.

Dari Tabel 2, 3 dan gambar 1, 2 dapat diketahui bahwa produksi gas bio mencapai puncak pada umur retensi hari ke 20 - 30, sehingga dalam pembuatan digester kontinyu (unit aplikasi), ketentuan hari ke 20 -30 tersebut dapat digunakan sebagai faktor perkalian dalam menentukan volume isian efektif.

Hasil analisa statistik menunjukkan adanya interaksi antara penambahan starter 5% dengan waktu retensi setiap periode 10 hari terhadap produksi gas bio, terutama pada waktu retensi sesudah hari ke 20.

Hubungan produksi gas bio dengan waktu retensi pada Tabel 2 dan gambar 1 menunjuk bahwa pada setiap periode waktu retensi 10 hari dari periode ke 1 s/d 8 menunjukkan perbedaan yang nyata, kecuali pada periode ke 3 dan 4 atau dari umur retensi hari ke 20 - 40. Grafik tersebut menggambarkan bahwa aktivitas bakteri sangat tergantung pada persediaan bahan kering substrat dan kondisi abiotis dari substrat. Pada Tabel 4 dapat diasumsikan bahwa produksi gas methan pada SP II lebih tinggi dibandingkan SP I dengan perbedaan yang nyata, demikian pula terhadap produksi gas methan dalam 1 kg bahan kering.

Kesimpulan

Puncak produksi gas methan tercapai pada waktu retensi hari ke 20 - 30.

Penambahan starter 5% dari volume substrat dapat mempercepat proses fermentasi an aerob dan meningkatkan produksi gas methan sampai waktu retensi hari ke 20.

Daftar Pustaka

- Basuki, P. 1985. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber energi rumah tangga. Seminar Pengembangan Pemakaian Sumber Energi Dari Limbah Pertanian di Daerah Tropis, Fak. Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Blot, P. de. S.J. 1976. Recycling Process dalam Integrated Rural Development System, Yayasan Realino, Yogyakarta.
- Brock, T.D. 1970. *Biology of Microorganism*. Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Harahap, P., M. Apandi dan S. Ginting. 1978. *Teknologi Biogas* Pusat Teknologi Pembangunan ITB, Bandung.
- Suriawiria, U. dan I. Sastrumihardja. 1980. Faktor lingkungan biotis dan abiotis dalam proses pembentukan bio gas serta kemungkinan penggunaan starter efektif di dalamnya. Lokakarya pengembangan energi non konvensional. Direktorat Ketenagaan Departemen Pertambangan dan Energi R.I., Jakarta.