

PENGARUH NUTRISI (GULA, UREA, NPK) DALAM PROSES SEMI BATCH ANAEROB TERHADAP KUALITAS DAN KUANTITAS PRODUK BIOGAS

Nidya Wisudawati

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang

Email: nidyawisudawati@gmail.com

ABSTRAK

Hasil penelitian membuktikan bahwa limbah ternak berupa kotoran sapi dapat menjadi alternatif bahan bakar minyak yang sudah sangat langka dan mahal. Hal ini juga diatur dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Mengingat Indonesia memiliki banyak peternakan, maka limbah ternak yang banyak terbuang dapat digunakan sebagai bahan alternatif yang memberikan nilai ekonomi lebih. Penggunaan nutrisi pada pembuatan biogas ini dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas biogas. Serta diharapkan dapat memperpanjang usia bahan baku biogas sehingga yang bukan peternak pun dapat memanfaatkannya tanpa harus menyediakan limbah ternak yang banyak. Pada penelitian ini, kualitas biogas yang terbaik adalah biogas yang dihasilkan dari pemberian nutrisi berupa urea dan gula sebanyak 1% dari bahan baku, dengan konsentrasi CH_4 sebesar 53.8% pada hari ke-18. Kuantitas biogas yang terbaik adalah pada hari ke-8 dengan tekanan reaktor mencapai nilai 39 lb/inch² yaitu tekanan yang dicapai dengan penambahan gula sebanyak 1%.

Kata kunci: biogas; kotoran sapi; nutrisi

Pendahuluan

Beberapa tahun terakhir ini, energi merupakan persoalan yang krusial di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Kelangkaan bahan bakar minyak, yang disebabkan oleh kenaikan harga minyak dunia yang signifikan, telah mendorong pemerintah untuk mengajak masyarakat mengatasi masalah energi bersama-sama. Peningkatan harga minyak dunia hingga mencapai 100 U\$ per barel menjadi alasan yang serius yang menimpa banyak negara di dunia terutama Indonesia. Lonjakan harga minyak dunia akan memberikan dampak yang besar bagi pembangunan bangsa Indonesia. Konsumsi BBM yang mencapai 1,3 juta/barel tidak seimbang dengan produksinya yang

nilainya sekitar 1 juta/barel sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui impor. Menurut data ESDM, cadangan minyak Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang.

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak. Salah satu sumber energi alternatif adalah biogas. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui

proses *anaerobic digestion*. Proses ini merupakan peluang besar untuk menghasilkan energi alternatif sehingga akan mengurangi dampak penggunaan bahan bakar fosil.

Pemanfaatan limbah peternakan (kotoran ternak) merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar minyak dan naiknya harga pupuk. Apalagi pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber bahan bakar dalam bentuk biogas. Teknologi dan produk tersebut merupakan hal baru bagi masyarakat petani dan peternak. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber energi, tidak mengurangi jumlah pupuk organik yang bersumber dari kotoran ternak. Hal ini karena pada pembuatan biogas kotoran ternak yang sudah diproses dikembalikan ke kondisi semula yang diambil hanya gas methana (CH_4) yang digunakan sebagai bahan bakar. Kotoran ternak yang sudah diproses pada pembuatan biogas dipindahkan ke tempat lebih kering, dan bila sudah kering dapat disimpan dalam karung untuk penggunaan selanjutnya seperti pupuk kompos.

Tinjauan Teoritis

Gas Metana

Gas Metana (CH_4) merupakan kelompok gas rumah kaca (*greenhouse gas*) yang memberikan kontribusi terhadap peningkatan panas dunia (*global warming*) setara dengan 21 kali karbon dioksida. Gas metana ini juga dihasilkan oleh ternak hidup yang dikeluarkan ternak melalui mulut (sendawa) dan anus ternak, serta dari tumpukan kotoran ternak. Gas metana yang dikeluarkan dari tubuh ternak, gas metana dari luar peternakan, serta kelompok gas rumah kaca lainnya yang terlepas ke udara bebas secara bersama-sama menyebabkan terjadinya peningkatan panas bumi. Peningkatan panas bumi ini dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas lingkungan, musim kemarau lebih panjang, produksi

pertanian menurun dan menimbulkan ancaman bencana alam.

Gas metana bersifat tidak berbau, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar. Pada umumnya di alam tidak berbentuk sebagai gas murni namun campuran gas lain yaitu metana sebesar 65%, karbondioksida 30%, hidrogen disulfida sebanyak 1% dan gas-gas lain dalam jumlah yang sangat kecil. Biogas sebanyak 1000 ft^3 ($28,32\text{m}^3$) mempunyai nilai pembakaran yang sama dengan 6,4 galon (1US gallon = 3,785 liter) butana atau 5,2 gallon gasolin (bensin) atau 4,6 gallon minyak diesel. Untuk memasak pada rumah tangga dengan 4-5 anggota keluarga cukup 150 ft^3 per hari.

Teknologi Biogas

Biogas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik sangat populer digunakan untuk mengolah limbah *biodegradable* karena bahan bakar dapat dihasilkan sambil menghancurkan bakteri patogen dan sekaligus mengurangi volume limbah buangan. Metana dalam biogas, bila terbakar akan relatif lebih bersih daripada batubara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Pemanfaatan biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah karena metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya dalam pemanasan global bila dibandingkan dengan karbon dioksida. Karbon dalam biogas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga bila dilepaskan lagi ke atmosfer tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer bila dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil.

Komposisi Biogas Umumnya

Komposisi biogas bervariasi tergantung dengan asal proses anaerobik yang terjadi. Gas *landfill* memiliki konsentrasi metana sekitar 50%, sedangkan sistem pengolahan limbah maju dapat menghasilkan biogas dengan 55-75% CH_4 .

Gas *landfill* adalah gas yang dihasilkan oleh limbah padat yang dibuang

di *landfill*. Sampah ditimbun dan ditekan secara mekanik dan tekanan dari lapisan di atasnya. Karena kondisinya menjadi anaerobik, bahan organik tersebut terurai dan gas *landfill* dihasilkan. Gas ini semakin berkumpul untuk kemudian perlahan-lahan terlepas ke atmosfer. Hal ini menjadi berbahaya karena:

- Dapat menyebabkan ledakan,
- Pemanasan global melalui metana yang merupakan gas rumah kaca, dan
- Material organik yang terlepas (*volatile organic compounds*) dapat menyebabkan (*photochemical smog*)

Tabel 1. Komposisi biogas

Komponen	%
Methana (CH ₄)	55-75
Karbon dioksida (CO ₂)	25-45
Nitrogen (N ₂)	0-0.3
Hidrogen (H ₂)	1-5
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	0-3
Oksigen (O ₂)	0.1-0.5

Reaktor Biogas

Reaktor biogas bukanlah teknologi baru. Sejak tahun 1970 an, Denmark telah melakukan riset, pengembangan, dan aplikasi teknologi ini. Mereka tercatat memiliki 20 instalasi pengolahan biogas tersentralisasi (*centralized plant*) dan 35 instalasi *farming plant* (Raven dkk, 2005). China juga telah membangun 7 juta unit reaktor biogas pada tahun 1980 an, sedangkan India juga mencanangkan tak kurang dari 400,000 reaktor biogas pada kurun waktu yang sama. Dari lamanya pengembangan dan aplikasi teknologi biogas di dunia, dapat dikatakan bahwa teknologi ini sudah cukup mapan dan terbukti dapat memproduksi energi non BBM yang sekaligus ramah lingkungan.

Terdapat beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk mengkonversi limbah (organik) menjadi energi, diantaranya: pembakaran langsung, konversi kimia, dan konversi biologi.

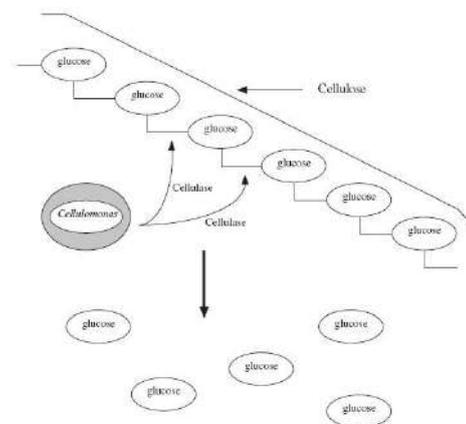
Diantara teknologi tersebut, biogas (konversi biologi) termasuk teknologi yang memiliki efisiensi tinggi karena residu proses biogas juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk berkualitas tinggi. Tanpa keterlibatan teknologi pengolahan sampah, metana hasil penguraian limbah secara natural akan terlepas dan mencemari atmosfer tanpa termanfaatkan (catatan: metana termasuk dalam gas rumah kaca). Dari sudut pandang itulah dapat disimpulkan bahwa teknologi biogas termasuk teknologi ramah lingkungan.

Teknologi biogas pada dasarnya memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri metanogen yang produknya berupa gas metana. Gas methana hasil pencernaan bakteri tersebut bisa mencapai 60% dari keseluruhan gas hasil reaktor biogas, sedangkan sisanya didominasi CO₂. Bakteri ini bekerja dalam lingkungan yang tidak ada udara (anaerob), sehingga proses ini juga disebut sebagai pencernaan anaerob (*anaerob digestion*)

Hidrolisis

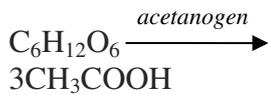
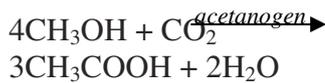
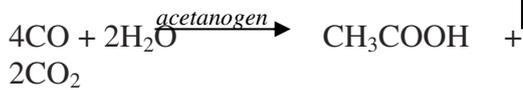
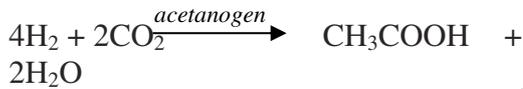
Pada tahap ini, molekul organik yang kompleks diuraikan menjadi bentuk yang lebih sederhana, seperti:

- Karbohidrat kompleks → Gula sederhana
- Lemak kompleks → Asam lemak
- Protein Kompleks → Asam amino



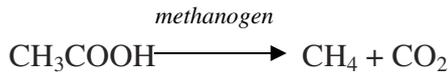
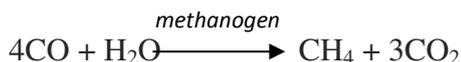
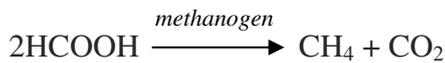
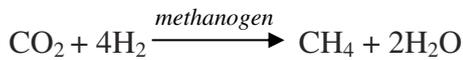
Asetagenesis (Acid Forming)

Pada tahap ini menghasilkan asetat, karbon dioksida, dan air.



Metanogenesis

Ini adalah tahapan terakhir dan sekaligus yang paling menentukan, yakni dilakukan penguraian dan sintesis produk tahap sebelumnya untuk menghasilkan gas methana. Hasil lain dari proses ini berupa karbon dioksida, air, dan sejumlah kecil senyawa gas lainnya.



Metode Penelitian

Material

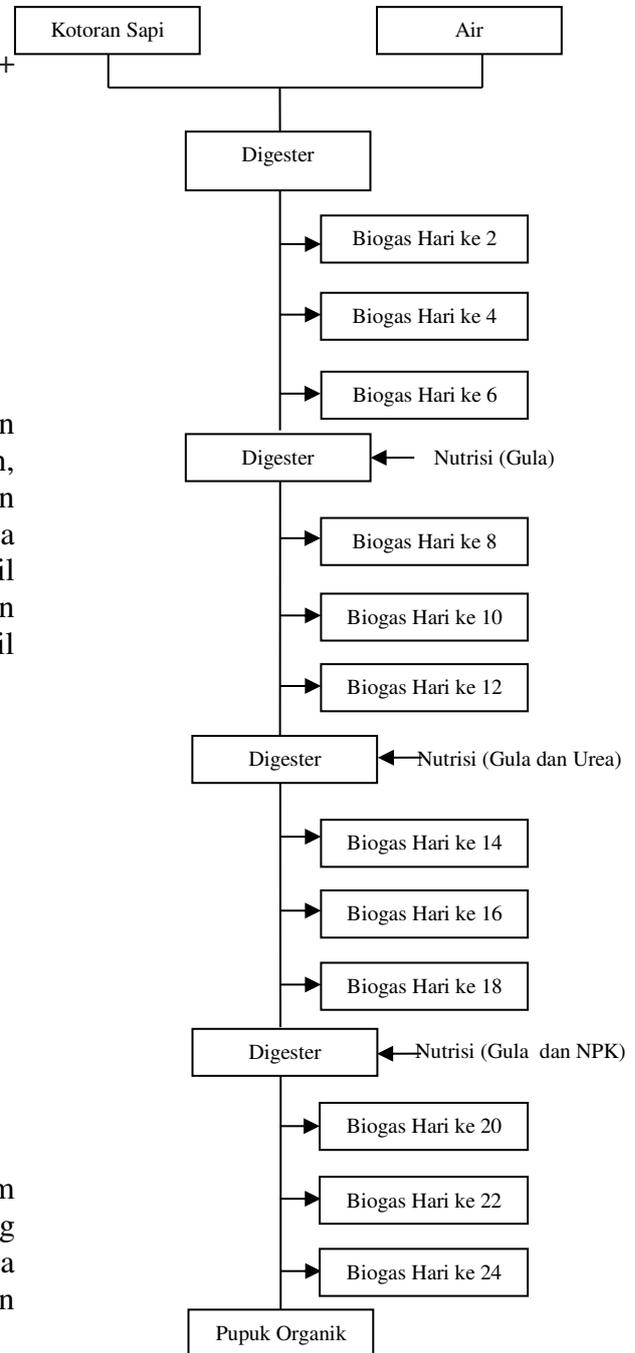
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kotoran sapi yang diambil di peternakan warga Inderalaya, air, gula, pupuk urea dan pupuk NPK.

Peralatan

Alat Pembuat Biogas yang digunakan berupa digester dengan volume 63.711 lt, selang, timbangan, corong, bola dan plastik. Sedangkan

alat analisa yang digunakan adalah gas kromatografi dan orsat yang dipinjam dari PT.PUSRI.

Prosedur Penelitian



Prosedur Pembuatan Biogas

Proses pembuatan biogas dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

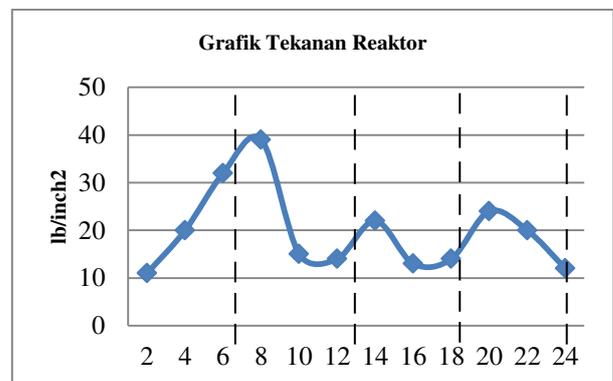
- a. Persiapan alat :
- i) Alat-alat disiapkan terlebih dahulu, seperti penampungan bahan baku dan plastik.
 - ii) Alat-alat yang telah disiapkan lalu dibersihkan.
- b. Persiapan bahan baku dan proses pembuatan biogas:
- i) Kotoran sapi ditimbang seberat 35 Kg.
 - ii) Kemudian ditambahkan air dengan rasio 2:1, lalu dimasukkan kedalam digester.
 - iii) Pengambilan sampel dilakukan setiap 2 hari.
 - iv) Pada hari ke-6, nutrisi pertama dimasukkan berupa gula sebanyak 1%.
 - v) Setelah penambahan nutrient, sampel kemudian diambil setiap 2 hari sampai hari ke-12.
- Prosedur no 4 dan no 5 dilakukan untuk jenis nutrisi lainnya (gula+urea, gula+NPK).

Prosedur Analisa

Untuk menguji kadar CO₂, digunakan alat Orsat. Orsat terdiri dari 4 tabung yang diantaranya adalah 2 tabung berisi air dan 2 tabung berisi KOH 30% yang saling berhubungan. Pada saat pengujian, tabung air harus diisi hingga penuh. Gas sampel yang terlebih dahulu sudah dimasukkan ke dalam bola, di *inject* ke dalam tabung A yang berisi air melalui selang. Gas sampel akan dihisap oleh air yang ada didalam tabung A hingga tabung berisi penuh dengan gas sample dan air akan mengalir ke tabung air B. Tabung air B lalu di gerakkan ke atas dan ke bawah sehingga terjadi sirkulasi antara gas sampel ke larutan KOH 30%. Larutan KOH inilah yang akan menyerap CO₂ pada gas sampel. Sehingga dari Orsat ini dapat dilihat berapa persen CO₂ yang terkandung dalam gas sampel.

Uji kadar metana dan gas lainnya ini menggunakan alat yaitu gas kromatografi (GC). Setelah melalui alat Orsat, gas yang tersisa adalah gas sampel yang sudah tidak ada kandungan CO₂ dan gas sampel tersebut dapat digunakan lagi dengan cara menghubungkannya dengan selang ke GC. Pada awal gas sampel masuk ke dalam GC, ditunjukan untuk membuang sisa gas yang terdapat dalam kolom. Setelah dirasa tidak ada lagi gas pengganggu, maka gas sampel akan di *inject* dengan cara memutar *control valve* sehingga gas masuk ke dalam kolom hingga dirasa cukup dan kemudian *control valve* ditutup. Tekan tombol "Start". Dibutuhkan waktu kurang lebih selama 10 menit hingga hasil analisa tercetak. Dari sana, dapat dilihat berapa persen metana, oksigen dan gas lain yang terkandung dalam gas sampel.

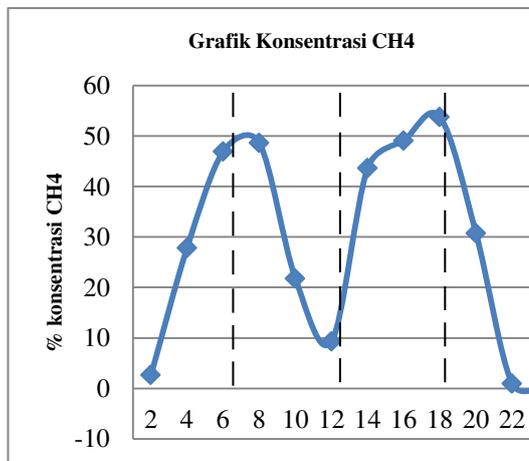
Hasil dan Pembahasan



Gambar 1. Hubungan antara tekanan reaktor terhadap waktu fermentasi

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa reaksi campuran bahan baku sebelum diberi nutrisi naik secara signifikan, untuk menjaga tekanan tetap naik maka pada hari ke 6 ditambahkan nutrisi gula untuk

mencukupi kadar karbon yang dibutuhkan oleh bakteri, sampai hari ke-8 tekanan naik mencapai 39 lb/inch². Pada hari ke 10 tekanan mengalami penurunan. Hari ke12 diberi lagi nutrisi gula dan urea untuk melihat peran dari kandungan N dalam urea terhadap aktivasi bakteri dalam menguraikan asam-asam lemak yang terdapat didalam substrat campuran, terlihat ada sedikit kenaikan pada tekanan pada hari ke 14. Karena tekanan terus turun dicoba pada hari ke 18 menambahkan gula dan NPK dengan asumsi bahwa dengan penambahan senyawa pospor dan kalium akan dapat menambah aktivasi bakteri, disini terlihat tekanan naik lebih besar dari apabila yang ditambahkan hanya gula dan urea, kemudian dari hari ke-22 tekanan terus turun karena nutrisi sudah mulai habis dan penelitian kami hentikan.



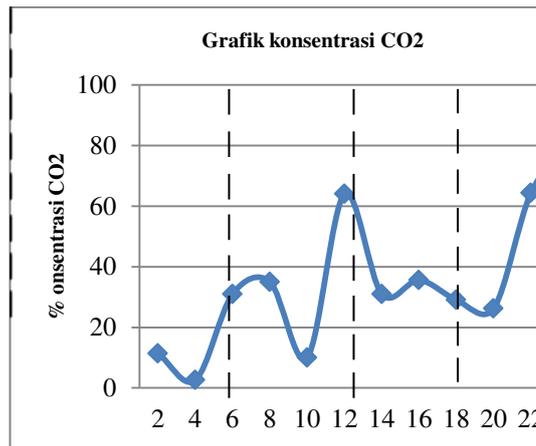
Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi CH₄ dalam biogas terhadap waktu fermentasi

Konsentrasi CH₄ dari hari ke 2 sampai hari ke 6 merupakan konsentrasi CH₄ dari biogas yang tidak mengalami penambahan nutrisi. Nilai konsentrasi dari ke 8 sampai hari ke 12 merupakan nilai konsentrasi CH₄ dari biogas yang ditambah gula sebanyak 1% dari feed. Nilai konsentrasi dari

hari ke 14 sampai hari ke 18 merupakan nilai konsentrasi CH₄ dari biogas yang ditambah gula sebanyak 1% dan urea sebanyak 1% dari feed. Nilai konsentrasi dari ke 20 sampai hari ke 24 merupakan nilai konsentrasi CH₄ dari biogas yang ditambah gula sebanyak 1% dan NPK sebanyak 1% dari feed.

Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa terjadi kenaikan yang sangat signifikan pada nilai konsentrasi CH₄ pada hari ke 2 sampai ke 6, hal ini disebabkan karena mikroorganisme pengurai yang terdapat pada kotoran sapi mengalami waktu fermentasi optimum untuk menguraikan zat-zat yang ada dalam kotoran sapi. Kecepatan bertambahnya nilai konsentrasi CH₄ berkurang pada hari ke 8 karena penambahan gula dan diikuti penurunan nilai konsentrasi CH₄ pada hari berikutnya. Hal tersebut dikarenakan sudah berkurangnya jumlah dari nutrisi yang terkandung di dalam reaktor, maka kinerja dari mikroorganisme pun akan terhambat.

Hari ke 14 merupakan nilai konsentrasi CH₄ setelah penambahan nutrisi berupa urea yang disertai dengan gula. Terjadi kenaikan yang tinggi dari hari sebelumnya yang disebabkan karena nutrisi yang dimasukkan merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam reaktor untuk menguraikan bahan-bahan yang ada. Nutrisi yang diperlukan oleh mikroorganisme dalam urea berupa nitrogen yang terdapat di dalam senyawa urea ((NH₂)₂CO). Kenaikan nilai konsentrasi CH₄ terjadi pada hari ke 14 dan ke 16, dan hari ke 18 merupakan nilai konsentrasi CH₄ yang paling tinggi yaitu 53.8%.



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi CO₂ terhadap waktu fermentasi

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi CO₂ tertinggi didapat pada saat hari ke 24 yaitu sebesar 79.53%. Setelah penambahan nutrisi gula dan NPK, selalu terjadi kenaikan terhadap nilai CO₂. Tingginya nilai CO₂ berbanding terbalik dengan CH₄ pada biogas. Hal ini dikarenakan mikroorganisme yang bekerja untuk memproduksi gas CH₄ sangat sedikit, tetapi menghasilkan CO₂ yang cukup banyak. Hal tersebut disebabkan oleh ketidakseimbangan antara komposisi nutrisi yang diberikan dengan senyawa yang akan diuraikan menjadi biogas. Nilai konsentrasi yang paling konstan adalah pada saat penambahan gula dan urea. Dimana nilai CO₂ tidak terlalu tinggi dan nilai CH₄ maksimum tercapai difase ini. Pada saat penambahan nutrisi gula, terjadi fluktuasi naik dan turunnya nilai CO₂. Hal tersebut tidak begitu menguntungkan karena nilai CH₄ akan tidak stabil juga.

Kesimpulan

1. Masing-masing jenis nutrisi memberikan kualitas biogas yang berbeda-beda. Kualitas biogas yang terbaik adalah biogas yang

dihasilkan dari pemberian nutrisi berupa urea dan gula sebanyak 1% dari bahan baku, dengan konsentrasi CH₄ sebesar 53.8% pada hari ke-18.

Masing-masing jenis nutrisi memberikan kuantitas biogas yang berbeda-beda. Kuantitas biogas yang terbaik adalah pada hari ke-8 dengan tekanan reaktor mencapai nilai 39 lb/inch² yaitu tekanan yang dicapai dengan penambahan gula sebanyak 1%.

Daftar Referensi

- Badrussalam, R. (2008). *Membuat Biogas dari Rumput dan Dedaunan*. Jakarta: Bentara Cipta Prima.
- Gerardi, Michael H. (2003). *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. Canada: Jhon Wiley & Sons, inc.
- Hambali, E., Dkk. (2007). *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- NN. *Pemanfaatan Limbah Sapi Sebagai Biogas*. <http://www.docstoc.com> (dikunjungi 5 Desember 2010).
- Raven, Dkk. (2005). *Biogas Plants*. Denmark: Danish Reaserch Institute of Food Economics.
- Setiawan, H. *Pemanfaatan Biogas sebagai Energi Alternatif*. Arunals.wordpress.com (dikunjungi pada tanggal 20 April 2011).