

PRODUKSI GAS METANA DARI LIMBAH JERAMI PADI DENGAN INOKULASI MIKROORGANISME RUMEN SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN

Noviyanto, Farah Amirotus S, Veny Uli A, Hazrul Anwar, Setiyo Gunawan, Tri Widjaja,

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Surabaya 60111

E-mail : yayansumenep@gmail.com

Abstrak

Sumber daya minyak dan gas alam dunia yang berasal dari energi fosil semakin berkurang. Sehingga pengembangan penelitian sumber energi alternatif semakin sering dilakukan, salah satunya adalah produksi gas metana secara anaerobik. Gas metana menghasilkan rasio energi output/input yang cukup besar yaitu 28 Mj/Mj. Sumber gas metana yang dipakai dalam penelitian ini adalah biomassa berlignoselulosa berupa limbah jerami padi, karena jumlahnya mencapai 180 juta ton tiap tahunnya dan sebanyak 36-62% dibuang dan dibakar oleh masyarakat. Selama ini fermentasi anaerobik biomassa berlignoselulosa banyak mengalami kendala, karena sulitnya tiga polymer selulosa, lignoselulosa dan hemiselulosa dipecah oleh bakteri penghasil metana. Tujuan penelitian ini adalah meneliti pengaruh mikroorganisme rumen dalam produksi biogas dari limbah jerami padi. Diharapkan dengan inokulasi mikroorganisme rumen, yield metana yang dihasilkan lebih baik dan prosesnya bisa lebih cepat sehingga limbah jerami padi bisa dimanfaatkan menjadi sumber energi terbarukan. Metodologi penelitian yang dilakukan pertama-tama adalah mem-pretreatment jerami padi dengan thermal dan mekanis untuk memudahkan degradasi terhadap lignin yang mengganggu fermentasi anaerobik jerami padi, kemudian menginokulasikan mikroorganisme rumen dengan variabel volume 5%, 10% dan 15%. Kondisi operasi penelitian dengan sistem batch selama 21 hari, pH 6-7, suhu 30–40°C, dan tekanan 1 atm. Hasil penelitian terbaik sementara adalah konsentrasi CH₄ pada variabel 15% pada hari ke – 21 sebesar 56.484 ppm.

Kata Kunci: Biogas, Fermentasi anaerobik, Limbah jerami padi, Mikroorganisme Rumen

Abstract

Oil and natural gas resources that comes from fossil energy keeps diminishing. So research developments of alternative energy sources are increasingly being carried out, one of which is anaerobic production of methane gas. Methane gas produces a large enough ratio of energy output/input of 28 Mj/Mj. The source of methane gas used in this study was berlignoselulosa biomass in the form of rice straw waste, because its number reaches 180 million tons per year and as much as 36-62% of it is discharged and burned by the public. Currently, anaerobic fermentation of biomass berlignoselulosa experiences many obstacles, because of the difficulty of three polymers which are cellulose, lignocellulose and hemicellulose to be broken down by methane-producing bacteria. The purpose of this study was to investigate the effect of rumen microorganisms in the production of biogas from rice straw waste. It was expected that by rumen microorganisms inoculation, the resulting methane yield would be better and faster so that rice straw waste could be utilized as a source of renewable energy. The research methodology was first to pretreatment rice straw backs with thermal and mechanical degradation of the lignin to facilitate disruptive anaerobic fermentation of rice straw, then to inoculate the rumen microorganisms with volume variable of 5%, 10% and 15%. Operating conditions of the study with a batch system for 21 days, pH 6-7, a temperature of 30 - 40 ° C, and a pressure of 1 atm. The best research result so far was the concentration of CH₄ in the variable 15% at 21st day with the amount of 56484 ppm.

Keywords: biogas, anaerobic fermentation, waste rice straw, Rumen Microorganisms

PENDAHULUAN

Produksi hidrogen, gas alam, bio-oil, biogas, alcohol, biodiesel dari sumber biomassa terbarukan menjadi topik utama diseluruh dunia dengan prospeknya sebagai pengganti fossil fuel dan kemampuannya untuk mengurangi polusi udara (Corro dkk., 2007). Gas metana adalah bahan bakar yang bisa dihasilkan dari proses anaerobik.

Biomass dari limbah pertanian bisa digunakan dalam memproduksi metana. Limbah biomass dari bahan pangan bisa digunakan dalam proses anaerobik, menggunakan mikroorganisme khusus sebagai pre-treatment awal dari limbah untuk menaikkan yield metana dan stabilitas produk akhir. Penggunaan sisa industri pangan dalam bioprosess, bisa mengurangi pencemaran lingkungan (Brand dkk., 2000; Pandey dkk., 2000). Energi yang dihasilkan dari biomass adalah teknologi yang penting untuk keberlanjutan produksi energi terbarukan (Baba dkk., 2013).

Produksi metana menggunakan biomassa memiliki beberapa kendala yang bisa menghambat proses methanogenesis. Hambatan terjadi karena biomassa selulosa terdiri dari tiga buah polymer yang berdekatan: selulosa, hemiselulosa dan lignin (Hendriks dan Zeman, 2009). Pada penelitian ini, model sebagai biomassa selulosa yang digunakan adalah jerami padi. Jerami padi mengandung 37.71% selulosa; 21,99% hemiselulosa; 16.62% lignin (dewi, 2002). Pada tahun 2010, Departemen Pertanian

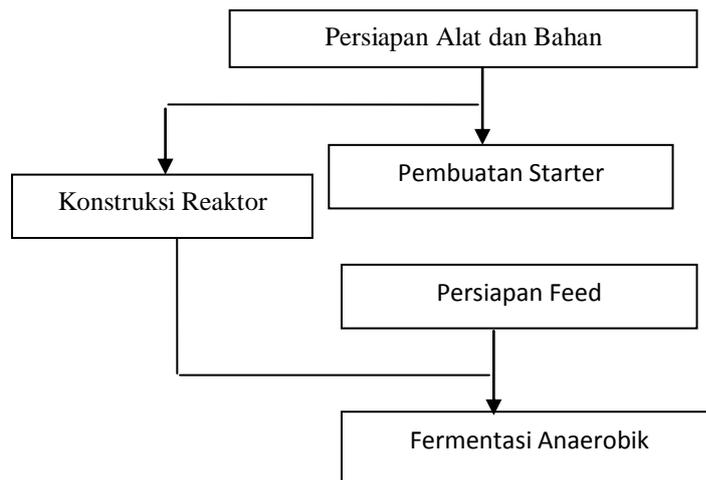
memperkirakan jumlah jerami yang dihasilkan lahan sawah se Indonesia adalah 84 juta ton jerami. Pemanfaatan jerami ini selain sebagai pakan ternak dan pupuk organik masih bisa diambil gas metana nya untuk sumber energi terbarukan (Trubus, 2010). Namun kenyataannya jerami padi masih sering dibakar oleh para petani karena belum bisa memanfaatkannya sebagai sumber energi terbarukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti pengaruh inokulasi mikroorganisme rumen pada produksi metana dari jerami padi.

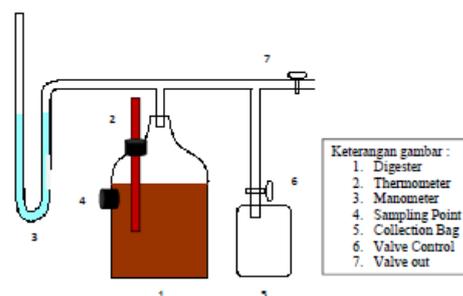
METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah jerami padi dari daerah Sumenep-Madura, cairan rumen dari RPH Pegirian Surabaya, sebagai nutrisi bakteri adalah 2 g/l CH_3COONa , 4 g/l NH_4Cl , 0.06 g/l KH_2PO_4 , 0.025 g/l $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.025 g/l $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.005 g/l $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.005 g/l $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.1g yeast extract, dan peralatan tambahan seperti kertas saring Whattman, kasa steril, kertas tisu, glukosa, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NaOH, H_2SO_4 , kertas pH.

Tahapan dan alat penelitian yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 1 dan Gambar 2. Jumlah substrat jerami yang dipakai dalam penelitian ini adalah 443,765 g, yang dicampur dengan air dengan perbandingan volume 1: 2.



Gambar 1. Skematik Penelitian



Gambar 2. Peralatan Anaerobik

Produksi gas metana dari limbah jerami padi dengan inokulasi mikroorganisme rumen sebagai sumber energi terbarukan: Noviyanto, Farah Amirotus s, Veny uli a, Hazrul Anwar, Setiyo Gunawan, Tri Widjaja

Proses anaerobik jerami padi menggunakan peralatan seperti pada Gambar 2. dengan volume reaktor 6 liter, volume kerja 3.7 liter, suhu operasi 30-40 °C, pH 6-7, tekanan 1 atm, substrat adalah bubuk / powder jerami padi, dengan lama fermentasi 21 hari dan system batch dengan variabel mikroorganisme rumen adalah 5%, 10%, 15% dengan menganalisa hasil gas fermentasi (CH₄) dengan gas chromatografi, analisa COD dan analisa kurva pertumbuhan bakteri.

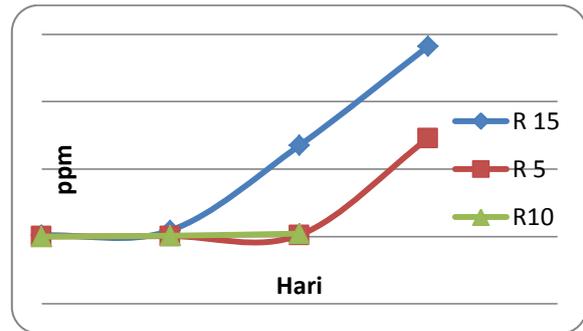
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa chesson terhadap jerami padi yang dianalisa dalam penelitian ini menunjukkan kandungan selulosa sebesar 14,98%, hemiselulosa 28.66% dan lignoselulosa sebesar 11.23%. Terdapat perbedaan hasil analisa jerami padi yang diambil di Sumenep, Madura dibandingkan dengan komposisi menurut Dewi (2002), selisih kadar selulosa kemungkinan disebabkan adanya selulosa yang hilang pada waktu analisa, seharusnya kadar selulosa lebih tinggi dari kadar hemiselulosa, karena jerami padi mengandung kadar gula total 53,39% dimana glukosa (selulosa) sebesar 63% dan pentosa (hemiselulosa) sebanyak 37% (F. Gu dkk ((2013).

Setelah dilakukan fermentasi jerami padi dengan inokulasi mikroorganisme rumen maka didapatkan konsentrasi gas metana seperti pada Tabel 1 dan perubahan volume gas metana terhadap waktu sebagai berikut :

Tabel 1. Konsentrasi gas Metana terhadap waktu (ppm)

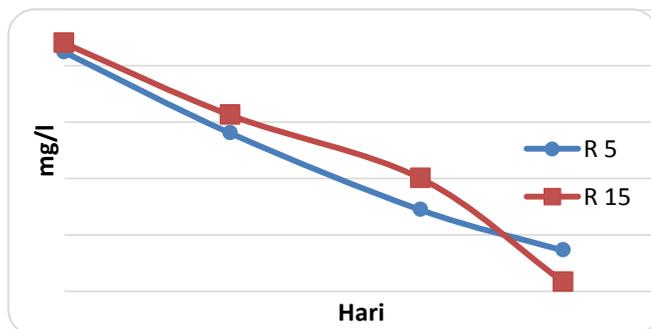
| Hari | R-5 | R-10 | R-15 |
|------|---------|---------|----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 49.069 | 246.332 | 372.419 |
| 10 | 120.385 | 869.367 | 1837.862 |
| 15 | 460.033 | Running | 27023.8 |
| 21 | 29,215 | Running | 56,484 |



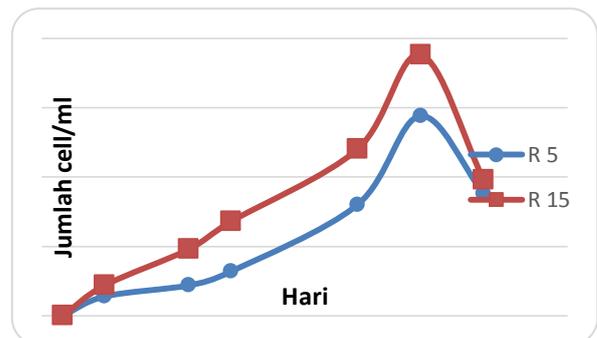
Gambar 3. Konsentrasi Gas Metana Tiap satuan waktu

Dari Tabel 1 dan Gambar 3 bisa dilihat bahwa variabel rumen 15% memiliki nilai konsentrasi paling besar yaitu sebesar 56.484 ppm pada hari ke 21, diikuti oleh variabel 5% sebesar 29.215 ppm pada hari ke 21 dan bisa dilihat terjadi kenaikan yang signifikan pada konsentrasi gas metana antara hari ke 5 sampai hari ke 21, sedangkan pada variabel 5% rumen baru pada hari ke 10 terjadi kenaikan yang signifikan pada konsentrasi gas metana.

Hal ini dikarenakan pada hari ke 0 sampai hari ke 5 dan ke 10 masih terjadi proses hidrolisis material organik kompleks menjadi C₆H₁₂O₆ dan proses asidifikasi (Yadvika, 2004), namun setelah hari ke 10 produksi gas metana cenderung meningkat dengan cepat karena sudah terjadi proses acetogenesis dan metanogenesis. Sedangkan pada variabel rumen 10% gas yang terbentuk masih sedikit sama dengan variabel rumen 5% ketika pada hari ke 10 konsentrasi metana tidak begitu besar. Hal ini disebabkan karena volume mikroorganisme yang digunakan masih kurang begitu banyak untuk menghidrolisis lignoselulosa, hemiselulosa dan selulosa pada jerami padi, sehingga membutuhkan waktu lebih lama dari variabel mikroorganisme 15%. Semakin besar volume mikroorganisme rumen maka konsentrasi metana yang dihasilkan akan semakin cepat dan semakin tinggi. Proses anaerobik bahan berlignoselulosa membutuhkan konsentrasi mikroorganisme yang cukup tinggi untuk membantu menghancurkan lignin, hemiselulosa, dan selulosa (Baba, 2013).



Gambar 4. Perubahan COD



Gambar 5. Data Counting Chamber

Dari data Gambar 4 dan Gambar 5 bisa dilihat bahwa nilai COD turun seiring dengan bertambahnya waktu, hal ini menunjukkan bahwa Perubahan nilai COD ini sebagai indikator terbentuknya gas metana, karena nilai COD berhubungan dengan jumlah total bahan organik yang ada. Dengan berkurangnya COD maka bahan organik juga berkurang atau terurai atau terfermentasi menjadi gas metana. Begitu juga dengan kurva pertumbuhan bakteri pada Gambar 5 yang menunjukkan fase log terjadi pada hari ke 5 sampai hari ke 17, setelah hari ke 17 jumlah bakteri mulai menurun. Hal ini sangat berhubungan erat dengan konsentrasi metana yang dihasilkan yang semakin tinggi.

KESIMPULAN

Konsentrasi metana tertinggi dihasilkan oleh variabel rumen 15% sebesar 56,484 ppm sehingga semakin tinggi volume mikroorganisme maka semakin tinggi pula konsentrasi metana yang dihasilkan. Proses anaerobik bahan berlignoselulosa membutuhkan konsentrasi mikroorganisme yang cukup tinggi untuk membantu menghancurkan lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Hasil sementara penelitian yang sudah didapatkan adalah konsentrasi CH₄ pada variabel 5% pada hari ke -8 sebesar 49,06 ppm dan naik menjadi 120.5832 ppm pada hari ke -13, untuk variabel volume 15% dari konsentrasi CH₄ 372,41 ppm pada hari ke 9. Dan naik menjadi 1837.86211 ppm pada hari ke 15 (Penelitian masih dilanjutkan di laboratorium Teknologi Biokimia Teknik Kimia ITS).

DAFTAR PUSTAKA

- Baba, Y., Tada, C., Fukuda, Y., Nakai, Y., 2013. "Improvement of Methane Production from Waste Paper by Pretreatment of Rumen Fluid", *Bioresource Technology*, Vol. 128, Hal. 94-99
- Brand, D., Pandey, A., Roussos, S., Soccol CR., 2000. "Biological Detoxification of Coffe Husk by Filamentous Fungi Using A Solid State Fermentation Systems", *Enzyme Microbiology Technology*, Vol. 26, Hal. 127-130.
- Corro, G., Panigua, L., Pal, U., Banuelos, F., Rosas, M., 2013. "Generation of Biogas from Coffe Pulp and Cow-Dung Co-Digestion: Infrared studies of postcombustio emission", *Energy Conversion and Management*, Vol. 74, hal. 471-481.
- Dewi, K.H., 2002. "Hidrolisis Limbah Hasil Pertanian Secara Enzimatik", *Akta Agrosia*, Vol. 5 Hal. 67-71.
- Gu, F., Yang, L.F., Jin, Y.C., Han, Q., Chang, H.M., Jameel, H., Phillips, R., 2012. "Green liquor pretreatment for improving enzymatic hydrolysis of corn stover". *Bioresour. Technol.* 124, 299-305.
- Hendriks, A.T.W.M., Zeman, G., 2009. "Pretreatments to Enhance The Digestibility of Lignoselulosic Biomass", *Bioresource Technology*, Vol. 100, Hal. 10-28.
- Trubus, 2010. "Gas Jerami Nyalakan Kompor", *Trubus Online*, <http://www.trubus-online.co.id/>
- Yadvika, Santosh, Sreekishnan T.R., Kohli, S., Rana, V., 2004. "Enhancement of Biogas Production from Solid Substrates Using Different Technique-A Review", *Bioresource Technology*, Vol 95, Hal 1-10.