

Formulasi Substrat Dasar Kotoran Sapi dan Limbah Cair Tempe dengan menggunakan Inokulum Rumén Sapi Untuk Studi Awal Produksi Biogas

Bidiyanti B.ruru¹⁾, Umrah¹⁾, Orryani Lambui¹⁾

¹⁾Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Tadulako
Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu, Sulawesi Tengah 94117
Email : Umrah (umrah.mangonrang62@gmail.com)

ABSTRACT

The research of "Biogas Production by Utilizing of Basic Substrate of Fermented Liquid waste of tempeh and Cow Waste by Using Inoculum from Cow Rumen" for the basic study of biogas production was held on May until July 2016 at department Biology Laboratory unit Biotechnology, Faculty of Mathematic and Natural Sciences, University of Tadulako. The purposed of this research is to produce biogas by utilizing the basic of liquid waste of tempeh and cow waste, and also to know the concentration of using the rumen inoculum of cow rumen. This research is designed with completely randomized design which consists of six treatment with three repeating. the basic substance are composed of 500 grams of cow dung and 500 ml of liquid waste tempe. The composition of treatment is : (P₀ 100% Basic Substrate Without inoculum), (P₁ 80% Basic Substrate + 20% inoculums), (P₂ 60% Basic Substrate + 40% inoculums), (P₃ 40% Basic Substrate + 60% inoculums), (P₄ 20% Basic Substrate + 80% inoculums), (P₅ 100% inoculum Without basic substrate). Observation variable are consist of biogas volume measuring, pH measuring, light test and temperature measuring. anaerobic fermentation process is carried out in a culture bottle with a volume of 1000 ml bottle mouth top covered with a balloon for gas storage. The results of this research show that Biogas could be produced by using the basic substrate of fermented liquid waste of tempeh and cow waste with the inoculum from cow rumen, at, P₂, P₃, dan P₄ treatment. The highest volume of gas in P₂ treatment (60% Basic Substrate : 40% inoculum) which has 553,33 cm³. The pH which in the culture is about 6,33-6,46 and the result flame with temperature in 152°C.

Keywords : Cow Waste, Cow rumen, Liquid waste of tempeh, Biogas

PENDAHULUAN

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari bahan-bahan organik misalnya limbah peternakan, dan limbah pertanian, limbah industri berbahan baku bahan organik melalui proses fermentasi di dalam fermentor. Sampah organik yang berpotensi untuk menghasilkan biogas yaitu limbah cair tempe (Wati dkk, 2014).

Limbah Cair tempe merupakan produk buangan hasil proses pengolahan tempe. Diperkirakan untuk industri skala rumah tangga, limbah cair yang dihasilkan sebesar 200-300 liter per hari dari

pengolahan 300 kg kedelai. Sampai saat ini limbah tersebut masih dibuang ke lingkungan sehingga dapat menjadi salah satu sumber pencemaran lingkungan (Sugiharto, 1994).

Limbah cair hasil buangan industri tempe dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan, terlebih lagi limbah cair tempe masih kaya akan nutrisi seperti protein sebesar 40-60 %, dan karbohidrat sebesar 23-50 %, dan bahan-bahan lain yang masih dapat dimanfaatkan dan diolah untuk produksi biogas (Sugiharto, 1994).

Selain limbah cair tempe bahan yang juga berpotensi dijadikan sebagai media dalam potensi biogas adalah kotoran ternak. Kotoran ternak merupakan bahan baku yang tepat dalam pembuatan biogas, karena di dalamnya telah mengandung bakteri metanogenik yang dapat menghasilkan gas metan (Omed *et al* ., 2000).

Pemanfaatan kotoran ternak sebagai media biogas dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan (Wilkie, 2005). limbah ternak yang semakin menumpuk dengan jumlah yang besar akan menimbulkan dampak negatif salah satunya yaitu peningkatan polusi mikroba patogen sehingga dapat mengakibatkan pencemaran (Yazid dan Aris, 2011).

Menurut Widodo dan Asari (2006), kotoran ternak mengandung nitrogen, fosfor dan kalium yang merupakan kandungan nutrisi utama untuk bahan pengisi biogas. Kotoran ternak yang dapat berpotensi untuk digunakan sebagai media penghasil biogas yaitu kotoran sapi, karena didalamnya mengandung bakteri penghasil gas metana yang sebelumnya berperan dalam proses fermentasi yang terjadi didalam rumen sapi (Sufyandi, A., 2001). Namun di Sulawesi Tengah, khususnya di Kota Palu, limbah cair tempe dan kotoran sapi tersebut belum dimanfaatkan dengan baik sehingga dapat menjadi salah satu sumber pencemaran lingkungan (Ihsan dkk., 2013).

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian

tentang produksi biogas melalui penggunaan substrat dasar limbah cair tempe dan kotoran sapi dengan inokulum bakteri dari rumen sapi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei - Juli 2016 di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Tadulako Palu.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain Limbah cair tempe (LCT). Kotoran sapi, Isi rumen sapi (IR), akuades, lakban, label. karet gelang aluminium foil, tissue plastik tahan panas handscoon, balon, gelas beaker, Thermosensor, lap kasar alkohol 70 %
Alat yang digunakan dalam penelitian adalah wadah fermentor sebanyak 18 buah, gelas ukur 500 ml, pH meter, meteran ember, corong, batang pengaduk oven autoklaf, kamera hand sprayer, pipa dan korek api.

Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan yaitu eksperimental, yang didesain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 3 ulangan. Susunan perlakuan sebagai berikut :

- P0 = Substrat dasar 100 % (tanpa inokulum)
- P1 = Substrat dasar 80 % + inokulum 20%
- P2 = Substrat dasar 60 % + inokulum 40%
- P3 = Substrat dasar 40 % + inokulum 60%
- P4 = Substrat dasar 20 % + inokulum 80%
- P5 = Inokulum 100 % (tanpa substrat dasar)

Keterangan :

Substrat dasar adalah perbandingan limbah cair tempe (LCT) dengan kotoran sapi (500 g : 500 ml)

Sterilisasi Peralatan

Prosedur Penelitian mengacu cara kerja Hikma, dkk (2014).

Sterilisasi peralatan dilakukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi oleh mikroba lain, semua peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini disterilisasi terlebih dahulu dalam autoklaf, suhu 121°C selama 15 menit dan oven suhu 180°C selama 3 jam.

Pengumpulan Bahan

Bahan limbah cair tempe diperoleh dari pabrik tempe di jalan Jambu, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Limbah diambil pada pagi hari setelah proses produksi dan untuk isi rumen sapi dan kotoran sapi diambil dari rumah pemotongan hewan (RPH), di Kelurahan Tavanjuka, Kota Palu, Sulawesi Tengah kemudian dimasukkan ke dalam galon steril.

Pembuatan Media Fermentasi

Pembuatan media fermentasi berupa limbah cair tempe (LCT) dengan ukuran 500 ml dan kotoran sapi 500 g yang telah diukur pHnya lalu dimasukkan kedalam fermentor yang steril. Setelah dingin sesuai dengan suhu ruang, lalu diinokulasi inokulum rumen sapi sesuai dengan rancangan perlakuan. Masing-masing fermentor atau botol kultur ditutup dengan balon karet dan dikedapkan dengan lakban serta karet gelang sebagai

pengikat. Selanjutnya diinkubasi selama 10 hari pada kondisi suhu ruang.

Variabel Pengamatan

Adapun variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi :

Pengukuran volume gas

Mengacu cara kerja Mara dan Alit (2011) Pengukuran volume dilakukan dengan menggunakan prinsip archimedes. dimana prinsip archimedes yaitu sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida akan mendapatkan gaya angkat ke atas yang sama besar dengan berat fluida yang dipindahkan, yang dimaksudkan dengan fluida yang dipindahkan adalah volume fluida yang sama dengan volume benda yang tercelup dalam fluida. Prinsip Archimedes juga tidak hanya berlaku untuk cairan, tetapi juga berlaku untuk gas, tabung atau balon yang berisi gas lain memindahkan udara sebanyak volume tabung atau balon.

pH kultur

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui kisaran pH pada kultur yang digunakan bakteri sebagai media pertumbuhannya.

Uji Nyala Api

Mengacu cara kerja Wati, dkk (2014), Uji nyala api dilakukan pada hari ke-10 untuk memastikan bahwa gas metana telah terbentuk dengan sempurna, dengan cara disulutkan ke sumber api.

Pengukuran suhu

Pengukuran suhu dilakukan bersamaan dengan uji nyala dengan menggunakan alat pengukur suhu thermosensor.

Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh dari pengamatan, dilakukan analisis “one way ANOVA” bilamana terjadi perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf uji 5% ($P \leq 0,05$) maka akan dilakukan uji lanjut berganda “Duncan” (Gasperz, 1995).

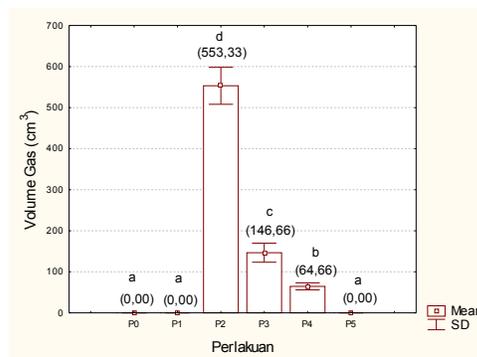
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Volume Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari aktivitas biologi dalam proses fermentasi anaerob dan sebagai energi terbarukan.

Berdasarkan hasil pengamatan selama 10 hari menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan dapat menghasilkan biogas. Perlakuan yang dapat menghasilkan biogas adalah perlakuan 2, perlakuan 3, dan perlakuan 4. Berdasarkan gambar 1 dan gambar 2. perlakuan yang menghasilkan volume biogas tertinggi adalah perlakuan 2 (P_2 , substrat dasar 60% : inokulum 40%), yaitu sebesar $553,33 \text{ cm}^3$. Sementara itu, perlakuan yang tidak menghasilkan biogas ada 3, yaitu perlakuan P_0 , perlakuan P_1 , dan perlakuan P_5 .



Gambar 1. grafik hasil pengamatan volume biogas.



Gambar 2. Perlakuan yang menghasilkan volume biogas tertinggi

Uji Nyala

Hasil pengamatan yang dilakukan, perlakuan P_2 , P_3 dan P_4 mengandung gas metana, namun belum optimal (kandungan CH_4 sedikit), sebab ketika dilakukan uji nyala menimbulkan warna merah. Data pengamatan uji nyala dapat dilihat pada gambar 3.



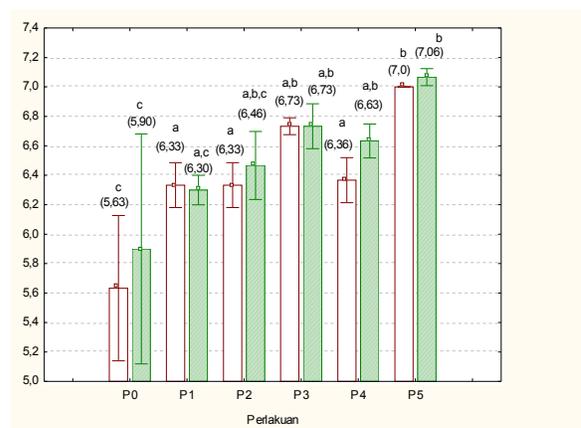
Gambar 3. Uji Nyala Api

Pengukuran suhu

Hasil pengukuran suhu yang dilakukan bersamaan dengan uji nyala, diperoleh suhu biogas yaitu sebesar 152°C untuk semua perlakuan yang diujikan.

pH Kultur

Pengukuran pH yang dilakukan yaitu pada awal dan akhir inkubasi, Berdasarkan gambar 3, menunjukkan bahwa pH kultur pada awal maupun akhir masa inkubasi berada pada kisaran 6,5-7,5. Data pH kultur dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. pH kultur pada awal dan akhir masa inkubasi

Pembahasan

Proses produksi biogas dapat berlangsung melalui aktivitas bakteri metanogenik yang menggunakan nutrisi yang terdapat dalam medium sebagai sumber karbon dalam proses metabolismenya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isi rumen dan kotoran ternak sapi yang diperoleh dari rumah pemotongan hewan (RPH) Kota Palu, dan limbah cair tempe diperoleh dari

pabrik pengolahan tempe di jalan jambu kecamatan Palu Barat.

Hasil pengamatan volume biogas selama 10 hari masa fermentasi, menunjukkan bahwa volume gas yang terbentuk terjadi pada hari ke-3, Hal ini disebabkan pada awal proses fermentasi masih tersedia banyak bahan organik dan mikroba yang berasal dari inokulum masih dalam keadaan segar sehingga bahan organik yang tersedia banyak yang dikonversi menjadi biogas. Hal ini sesuai dengan Volk dan Wheeler, (1998), pada awal fermentasi tersedia lebih banyak bahan organik yang terdegradasi untuk dikonversi menjadi biogas. Lebih lanjut Yulistiawati (2008), peningkatan produksi biogas pada awal proses fermentasi dikarenakan pada hari-hari pertama mikroba di dalam fermentor masih dalam keadaan segar sebagaimana keadaan di dalam rumen.

Pembentukan biogas ditandai dengan adanya balon karet yang mengembang. Berdasarkan hasil pengamatan Gambar 1. terlihat bahwa tidak semua perlakuan menunjukkan kemampuan menghasilkan biogas. Perlakuan yang mampu menghasilkan biogas adalah perlakuan P₂, P₃, dan P₄, dengan jumlah volume gas berturut-turut adalah 553,33 cm³, 146,66 cm³ dan 64,66 cm³. Hal ini sesuai dengan penelitian Hikma dkk (2014), pembentukan biogas dengan komposisi Substrat dasar 60 % + Inokulum 20 %, Substrat dasar 40 % + inokulum 60 %, Substrat dasar 20 % +

Inokulum 80 % relatif lebih cepat karena nutrisi yang terkandung dalam medium fermentasi sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme pembentuk biogas oleh bakteri metanogenik sehingga bakteri pembentuk biogas tersebut dapat dengan cepat menyesuaikan diri dan melakukan pertumbuhan.

Perlakuan P₂ menunjukkan volume biogas yang tertinggi, karena P₂ itu adalah rasio pencampuran yang seimbang (rumen sapi sebanyak 40 % berbanding substrat dasar sebanyak 60%), banyaknya substrat sebanding dengan bakteri yang ada dalam rumen sehingga mampu diuraikan dan hasil fermentasi maksimal. Namun hal ini berbeda dengan hasil penelitian (Wati dkk, 2014), semakin banyak volume cairan rumen sapi yang ditambahkan, semakin banyak juga volume biogas yang dihasilkan. hal ini serupa dengan penelitian Susilowati (2009), jumlah biogas yang dihasilkan semakin meningkat dengan bertambahnya konsentrasi cairan rumen. Namun, penambahan cairan rumen tidak selalu menyebabkan produksi biogas meningkat, tergantung pada komposisi media fermentasi, dalam penelitian ini terdiri dari cairan rumen yang dikombinasikan dengan substrat dasar sebagai sumber nutrisi. Pada komposisi tertentu, cairan rumen akan menyebabkan produksi gas berada dalam kondisi stagnan dan kemudian akan menurun, hal ini disebabkan karena inokulum akan

tersesuaikan dengan keseimbangan nutrisi yang ada pada substrat dasar.

Perlakuan yang tidak menunjukkan kemampuan pembentukan biogas adalah perlakuan P₀. Pada P₀ hanya tersedia bahan organik, tanpa inokulasi inokulum sehingga tidak ada bakteri yang mendegradasi bahan organik tersebut. Menurut Fithry dan Sarto (2010), bahwa tidak adanya penambahan inokulum akan menyebabkan produksi biogas menurun, karena di dalam cairan rumen sapi terkandung bakteri *Methanosarcina sp.* yang berperan dalam pembentukan biogas.

Perlakuan kedua yang tidak menghasilkan biogas yaitu P₁ dengan komposisi 80% : 20% (substrat dasar : inokulum), hal ini disebabkan karena inokulum yang ada dalam jumlah sedikit, sehingga tidak menghasilkan biogas. Menurut Susilowati (2009), cairan rumen dalam konsentrasi yang sedikit menyebabkan produksi biogas tidak optimal.

Perlakuan selanjutnya yang tidak menghasilkan biogas yaitu perlakuan P₅, hal ini disebabkan karena hanya tersedia inokulum saja tanpa adanya substrat sehingga tidak tersedia bahan organik yang akan didegradasi oleh bakteri sehingga tidak bisa menghasilkan gas. Hal ini sesuai dengan penelitian Ihsan dkk (2013), rasio 100 : 0 (Inokulum 100 %) kebutuhan nutrisi yang tersedia untuk produksi biogas tidak berimbang, karena pada rasio tersebut hanya terdapat cairan

isi rumen sapi. Komponen utama yang terdapat pada cairan isi rumen sapi adalah nitrogen kandungan karbonnya sangat rendah, sehingga kondisi tersebut kurang ideal bagi perkembangan mikroba dalam menghasilkan biogas.

Berdasarkan Uji lanjut Duncan, menunjukkan terjadi perbedaan yang nyata antar perlakuan. Hasil menunjukkan data yang bervariasi bahwa perlakuan P₀, P₁ dan P₅ tidak saling berbeda antar perlakuan, namun berbeda dengan perlakuan P₃ dan P₄, dan berbeda sangat nyata terhadap perlakuan P₂.

Pengamatan Uji nyala dilakukan untuk mengetahui biogas yang dihasilkan dalam proses fermentasi apakah mengandung gas metana atau tidak. Berdasarkan hasil pengamatan gambar 3. biogas yang dihasilkan mengandung gas metana, namun belum optimal karna masih mengandung gas lain, sehingga api berwarna merah. Hal ini sesuai dengan literatur, menurut Wahyudi (2013) menyatakan bahwa, kualitas api yang berwarna merah memiliki kandungan CH₄ yang lebih sedikit (belum optimal). Hal ini serupa dengan penelitian Januar (2015), ketika api memiliki warna cenderung merah hal tersebut dapat diartikan bahwa bahan terbakar api tersebut memiliki nilai kalor yang relatif rendah.

Pengamatan suhu dilakukan bersamaan dengan uji nyala, hal ini dilakukan untuk mengetahui suhu berapa yang terdapat pada uji nyala yang diproduksi dari gas metan. Berdasarkan

hasil pengamatan, diperoleh suhu sebesar 152^oC pada semua perlakuan yang diujikan. Menurut Yulistiawati, (2008), Biogas mempunyai sifat mudah terbakar bahkan dapat menyala dengan sendirinya pada suhu 650^oC – 750^oC.

Analisis pH menunjukkan bahwa pH awal pada semua perlakuan memiliki notasi yang bervariasi. Perlakuan P₁, P₂, dan P₄ terdapat pada notasi a, perlakuan P₃ pada notasi ab, perlakuan P₅ berada pada notasi b, dan P₀ berada pada notasi c. Perlakuan pada kolom atau notasi yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata, sementara perlakuan yang berada pada notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata. Sementara untuk pH akhir, terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan, kecuali pH perlakuan P₄ dan P₅ berbeda nyata dengan perlakuan P₀.

Bakteri penghasil metana sangat sensitif terhadap perubahan pH. berdasarkan hasil pengamatan gambar 4. pH yang diperoleh yaitu berkisar antara 6,5- 7,5. Hal ini sesuai dengan literatur Seadi *et al* (2008), pembentukan gas metan berkisar antara pH 5,5-8,5. Bakteri rumen yang berperan dalam proses pembentukan biogas diklasifikasikan berdasarkan jenis substrat yang digunakan sebagai sumber energi utama antara lain, bakteri selulolitik yang menghidrolisis karbohidrat menjadi gula, bakteri asidogenik mengkonversi hasil hidrolisis menjadi asam lemak volatil,

alkohol, aldehyd, keton, amonia, karbondioksida, air dan hidrogen, bakteri asetogenetik merupakan bakteri pembentuk gas metana (Yulistiawati, 2008).

KESIMPULAN

Biogas dapat diproduksi melalui penggunaan substrat dasar limbah cair tempe dan kotoran sapi dengan inokulum dari rumen sapi, namun tidak semua perlakuan dapat menunjukkan pembentukan biogas. Komposisi perlakuan yang menunjukkan volume biogas tertinggi adalah perlakuan P2 (substrat dasar 60% : inokulum 40%), dengan volume sebesar 553,33 cm³.

DAFTAR PUSTAKA

- Fithry, Y., dan Sarto. (2010). Pengaruh penambahan cairan rumen sapi pada pembentukan Biogas dari sampah buah mangga dan semangka. Thesis. Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada.
- Gasperz. (1995). Daya hambat minimal Epigallokatekin Gallta dari teh hijau terhadap Streptococcus mutans. *J. Dental*, 37 (3), 112-115.
- Hikma, N., Alwi, M., dan Umrah. (2014). Potensi limbah cair tempe Secara mikrobiologis sebagai lternatif penghasil Biogas. *J. Biocelebes*, 8 (1), 54 – 59.
- Ihsan, A., Bahri, S., dan Musafira. (2013). Produksi Biogas menggunakan cairan isi rumen sapi dengan limbah cair tempe. *J. Natural Science*, 2 (2), 27-35.
- Januar, A.H. (2015). Efek penurunan kadar CO₂ pada Biogas dengan absorpsi KOH terhadap kecepatan rambat api. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- Mara, I.M., dan Alit, I. B. (2011). Analisis kualitas dan kuantitas Biogas dari kotoran ternak.1 (2).
- Omed, H.M., Lovett, D.K and Axford, R.F.E. (2000). Faeces as A source of microbial enzymes for estimating digestibility, School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Gwynedd LL57 2UW. UK Bangor.
- Seadi, T. A ., Rutz, D., Prassl,H., Kottner, M.,Finsterwalder, T. (2008). Biogas. University of Southern Denmark Esbjerg, Denmark.
- Sufyandi, A. (2001). Informasi teknologi tepat guna untuk pedesaan Biogas. Bandung.
- Sugiharto.(1994). Dasar-dasar pengolahan air limbah. Universitas Indonesia, jakarta.
- Susilowati, E. (2009). Uji pemanfaatan cairan rumen sapi untuk meningkatkan kecepatan produksi Biogas dan konsentrasi Gas Metan dalam Biogas. Thesis. Universitas Gajah Mada
- Volk, W.A., dan M.F.Wheeler. (1998). Mikrobiologi dasar. Terjemahan dari Basic Microbiology, Fifth Edition, Editor Soemartono Adisoemaerto, Penerbit Erlangga.
- Wahyudi, A., R.Iskandar. (2013). Pengaruh komposisi air dalam pembentukan Biogas dari Eceng Gondok Waduk X Kota Padang Panjang dan Feses Sapi, Universitas Andalas. Padang, 20 (1) , 1 April 2013.
- Wati, L., Ahda, Y., Handayani, D. (2014). Pengaruh volume cairan rumen sapi terhadap bermacam feses dalam menghasilkan Biogas. *J. Sainstek*, 7 (1),43 -51.
- Widodo, T., dan Asari A.N.E. (2006). Rekayasa dan pengujian reaktor Biogas skala kelompok tani ternak. *Enjiniring Pertanian*, 4 (1), 4.
- Wilkie, A.C. (2005). Anaerobic digestion of dairy manure Design and Process Considerations, *NRAES*. 176, 301-312.
- Yazid, M., dan Aris B. (2011). Seleksi mikroba Metanogenik menggunakan irradiasi Gamma untuk peningkatan efesiensi proses digesti anaerob pembentukan Biogas. *J. Iptek Nuklir Ganendra*, 14.
- Yulistiawati, E. (2008). Pengaruh suhu dan C/N Rasio terhadap produksi Biogas

berbahan baku sampah organik Sayuran. Skripsi. Program Strata I, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Yazid, M., dan Aris B. (2011). Seleksi mikroba Metanogenik menggunakan irradiasi Gamma untuk peningkatan efisiensi proses digesti anaerob pembentukan Biogas. *J. Iptek Nuklir Ganendra*, 14.