

Pengaruh Penambahan Limbah Padat Tepung Tapioka pada Feses Sapi sebagai Substrat Biogas terhadap Kecernaan Nitrogen, Konsentrasi VFA, dan Total Amonia Nitrogen

(The Effect of Co-digestion of Solid Tapioca Waste with Dairy Cow Feces on Nitrogen Digestibility, VFA Concentration and Total Ammonia Nitrogen)

Ghony Alama Putra*, Sutaryo**, C. M. Sri Lestari**

*Mahasiswa Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

**Dosen Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

*Corresponding author : tatarputra@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penambahan limbah padat tepung tapioka pada feses sapi perah sebagai substrat biogas terhadap kecernaan nitrogen, konsentrasi *volatile fatty acid* (VFA), dan total amonia nitrogen (TAN). Perlakuan yang diterapkan adalah kontrol (T0) : 100% feses sapi perah (feses diencerkan dengan air 1:1) dan digester (T1) : 5% limbah padat tepung tapioka dan 95% feses sapi perah kemudian diencerkan dengan air 1:1. Ulangan yang dilakukan adalah dengan pengambilan data sebanyak 3 kali *Hydraulic retention time* (HRT), dimana satu kali HRT sama dengan 25 hari. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) pada semua perlakuan yang diterapkan antara lain kecernaan nitrogen (T0 : 29.68% and T1 : 33.09 %), konsentrasi VFA *slurry* (T0: 11.21 mIMol/l and T1 : 35.587 mIMol/l), dan TAN *slurry* (T0 : 1958.33 mg/l and T1 : 11.079 mg/l).

Kata Kunci : Limbah padat tepung tapioka, biogas, feses sapi perah, kecernaan nitrogen, VFA, TAN

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the effect co-digestion of tapioca solid waste with dairy cow manure (DCM) on nitrogen digestibility, volatile fatty acid (VFA) and total ammonia nitrogen (TAN). The applied treatments were control (T0) : 100% DCM (feces diluted with tap water 1:1) and digester T1 : co-digestion of 5% solid tapioca waste and 95% dairy cow feces then diluted with tap water 1:1. The data was collected for three times hydraulic retention time (HRT), where a HRT is equals to 25 days. The results of this research showed that there were not significant effect ($P > 0.05$) of treatments on nitrogen digestibility (T0 : 29.68% and T1 : 33.09 %), VFA concentration of digested slurry (T0: 11.21 mIMol/l and T1 : 35.587 mIMol/l), and TAN of digested slurry (T0 : 1958.33 mg/l and T1 : 11.079 mg/l) respectively.

Keywords : Solid tapioca waste, biogas, dairy cow manure, nitrogen digestibility, volatile fatty acid, total ammonia nitrogen.

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan produk hewani yang semakin tinggi membuat industri peternakan mengalami peningkatan. Meningkatnya usaha peternakan mengakibatkan munculnya beberapa masalah yang diantaranya adalah masalah limbah. Limbah peternakan khususnya limbah feses yang dihasilkan oleh industri peternakan akan semakin banyak sehingga harus

dilakukan penanganan khusus. Limbah peternakan dapat mengakibatkan pencemaran pada lingkungan sekitar, selain pencemaran udara yang dihasilkan oleh bau dari kotoran ternak, terfermentasinya limbah ternak dapat juga menghasilkan gas metan (CH_4) yang dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global. Penanganan limbah untuk mengurangi pencemaran, perlu dilakukan dengan cara pengolahan

limbah kotoran peternakan menjadi sesuatu yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat seperti biogas, pupuk kandang dan pupuk cair.

Pengolahan limbah peternakan memberikan manfaat yang banyak. Selain dapat mengurangi pencemaran dan dampak yang negatif bagi lingkungan, pengolahan limbah yang tepat akan dapat memberikan keuntungan bagi peternak. Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu adanya teknologi tepat guna yang dapat memanfaatkan limbah peternakan sehingga dapat mengurangi pencemaran terhadap lingkungan sekaligus menjadi sumber energi terbarukan yang dapat mengatasi permasalahan energi dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

Teknologi tepat guna yang digunakan salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah feses sebagai substrat untuk produksi biogas. Menurut Hambali *et al.* (2007) biogas didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik (seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam dan sayur) difermentasi atau mengalami proses metanisasi. Untuk menghasilkan biogas yang optimal diperlukan faktor pendukung substrat dengan kadar air 90% sehingga bakteri fermentasi dapat berkembang dengan baik. Selain itu kandungan nutrisi dan bahan organik yang tinggi diperlukan untuk pertumbuhan bakteri pembentuk gas metan. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada feses sapi adalah limbah padat tepung tapioka.

Limbah padat tapioka masih memiliki kandungan karbohidrat tinggi yaitu mencapai 63% - 68%, dengan kadar air 20%. Penambahan limbah padat tepung tapioka pada feses sapi sebagai substrat biogas diduga dapat meningkatkan kandungan nutrisi

sehingga mikroorganisme dapat tumbuh dan berkembang dengan baik dalam proses pencernaan anaerobik sehingga dapat menaikkan produksi biogas.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengkaji pengaruh penambahan limbah padat tepung tapioka dalam feses sapi sebagai substrat untuk produksi biogas terhadap pencernaan nitrogen (N), konsentrasi *volatile fatty acid* (VFA), dan total ammonia nitrogen (TAN). Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memperoleh informasi ilmiah terkait co-substrat antara limbah peternakan dengan limbah padat industri tapioka.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah feses sapi peranakan Frisian Holstein (PFH) sebagai bahan utama, limbah padat tepung tapioka sebagai bahan tambahan dan air sebagai pengencer pada bahan isian digester biogas. Alat yang digunakan adalah 2 rangkaian digester yang terdiri dari tabung pencerna terbuat dari stainless steel dengan kapasitas 7000 ml, selang, karet penutup, malam, botol kaca dan *tedlar gas bag*. Alat tambahan lain yang digunakan yaitu termometer, pH meter, timbangan, oven, freezer dan tanur.

Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan masa adaptasi selama 3 minggu dan dilanjutkan dengan pengambilan data selama 3 kali *hydraulic retention time* (HRT) dimana satu HRT selama 25 hari. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis t-test.

Perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

T0 = Digester dengan substrat feses sapi PFH diencerkan dengan air (1:1)

T1 = Digester dengan substrat feses sapi PFH 95% + limbah padat

tepung tapioka 5% kemudian diencerkan dengan air (1:1)

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi: penyiapan materi, masa adaptasi, perlakuan penelitian, pengamatan variabel penelitian dan analisis data.

a. Penyiapan materi

Penyiapan materi penelitian seperti bahan dan alat, serta mengetahui data-data yang diperlukan dalam penelitian. Data yang perlu diketahui adalah kandungan bahan organik (BO), pH, dan rasio C/N substrat dari feses sapi PFH dan limbah padat tepung tapioka. Komposisi dari masing – masing substrat di sajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Substrat Biogas

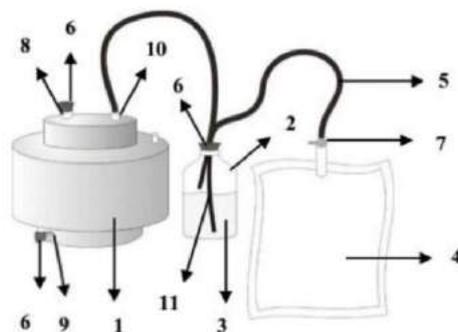
Unsur	Substrat	
	Feses dicampur dengan Air (T0)	Feses dicampur dengan limbah padat tepung tapioka (T1)
Bahan Organik (%)	7,62	7,97
Nitrogen Total (%)	3,10	4,05
Perbandingan C/N	16,76	18,85
pH	6,55	6,54

Sumber : Hasil analisis di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Universitas Diponegoro Semarang, 2016.

Tahap berikutnya menyiapkan starter. Sebelum pembuatan starter dilakukan terlebih dahulu pengumpulan feses. Feses yang digunakan dikumpulkan kemudian feses disimpan di *freezer*. Feses tersebut digunakan sebagai bahan baku substrat isian digester. Pembuatan starter dilakukan dengan mencampurkan feses sapi PFH dengan air dengan perbandingan 1:1 kemudian disimpan dalam drum dalam kondisi anaerob selama 2

minggu.

Selanjutnya menyiapkan rangkain digester yang terdiri dari tabung pencerna yang terbuat dari *stainless steel* berkapasitas 7.000 ml, penutup karet, selang teflon, botol kaca sebagai tempat larutan NaOH 4%, keran plastik dan *tedlar gas bag* sebagai alat untuk menampung gas. Model digester tipe *continous feeding* yang digunakan disajikan dalam ilustrasi 1.



Keterangan:

1. Tabung pencerna
2. Botol Kaca
3. Lar. NaOH 4% (w/w)
4. *Tedlar gas bag*
5. Selang teflon
6. Karet penutup
7. Keran plastik
8. Lubang pemasukan substrat
9. Lubang pengeluaran *shurry*
10. Lubang pengeluaran gas
11. Selang dari digester tercelup ke dalam larutan

Ilustrasi 1. Digester Tipe *Continous Feeding*

a. Masa adaptasi

Masa adaptasi dilakukan sebelum pengambilan data. Adaptasi dilakukan selama 3 minggu dengan mengisi digester dengan starter diawal dan substrat. Setiap hari dilakukan pengeluaran *slurry* dan pengisian ulang substrat sebanyak 244 g, berdasarkan perhitungan volume digester aktif (5.600 ml) dibagi dengan 1 kali *hydraulic retention time* (HRT) 25 hari. Substrat yang dimasukkan berupa feses sapi perah yang dicairkan dengan air dengan perbandingan 1 : 1. Setelah itu dilakukan pengukuran produksi gas metan pada 3 hari terakhir masa adaptasi, apabila produksi metan telah stabil maka penelitian utama telah dapat dilakukan.

b. Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan dengan cara digester tersebut diisi secara kontinyu setiap hari. *Slurry* dikeluarkan dari digester baik digester perlakuan T0 dan digester perlakuan T1 sesuai dengan banyaknya substrat yang diisikan ke dalam digester yaitu 244 g. Pembuatan substrat isian dilakukan 1 – 2 minggu sekali kemudian disimpan di *refrigerator*. Pengisian substrat dan pengambilan *slurry* dilakukan setiap hari pada pukul 15.00 WIB selama 3 kali HRT. Pada tahap itu dilakukan pengumpulan sampel dari substrat isian dan *slurry* yang dikeluarkan untuk dilakukan pengujian pencernaan nitrogen, kadar VFA dan konsentrasi TAN.

c. Variabel Penelitian

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi pencernaan nitrogen, konsentrasi VFA dan TAN pada *slurry*. Data variabel didapat dari hasil analisis *slurry* dari digester yang tampung setiap hari pada masa penelitian selama 3 kali masa HRT.

d. Analisis Data

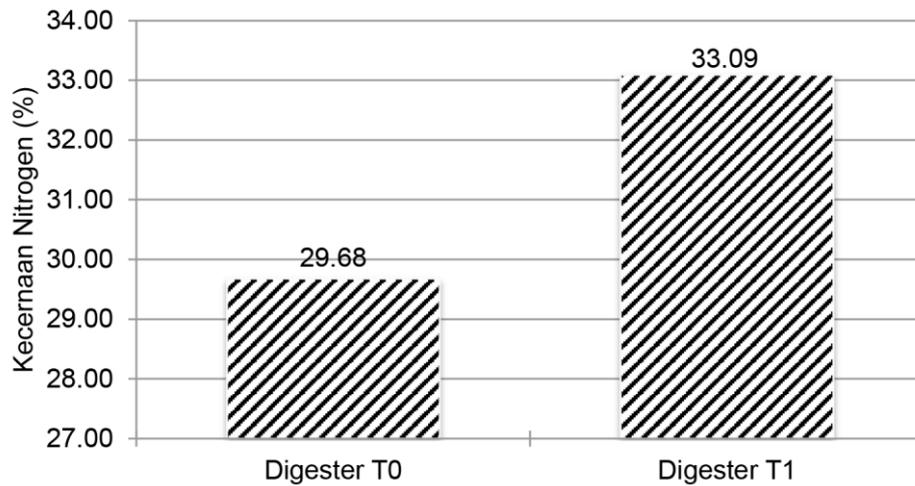
Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan selama 3 kali masa HRT dimana 1 masa HRT sepanjang 25 hari. Data yang terkumpul

selama penelitian yaitu berupa pencernaan nitrogen, konsentrasi VFA dan TAN diamati dan dianalisis menggunakan uji beda *t-test*. Analisis uji beda *t-test* dilakukan untuk membandingkan data hasil pengukuran sampel *slurry* dari digester berbahan baku feses sapi PFH ditambah air dengan bahan baku feses sapi PFH ditambah limbah padat tepung tapioka dengan media SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan Limbah Padat Tepung Tapioka terhadap Kecernaan Nitrogen

Analisis secara statistik nilai pencernaan nitrogen pada kedua digester menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hal tersebut menunjukkan walaupun pencernaan nitrogen pada digester T1 lebih tinggi dibandingkan dengan pencernaan nitrogen pada digester T0 namun belum menunjukkan hasil yang maksimal. Penambahan limbah padat tepung tapioka pada substrat berpengaruh terhadap pencernaan nitrogen. Pencernaan nitrogen yang lebih tinggi berbanding lurus dengan produksi gas metan yang lebih tinggi pada digester T1 dibandingkan dengan digester T0. Produksi metan dan pencernaan nitrogen yang lebih tinggi pada digester T1 terjadi karena penambahan limbah padat tepung tapioka pada substrat isian sebagai tambahan nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Yani dan Darwis (1990) menyatakan bahwa bakteri yang berperan dalam proses secara anaerobik membutuhkan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang, berupa sumber karbon dan sumber nitrogen.

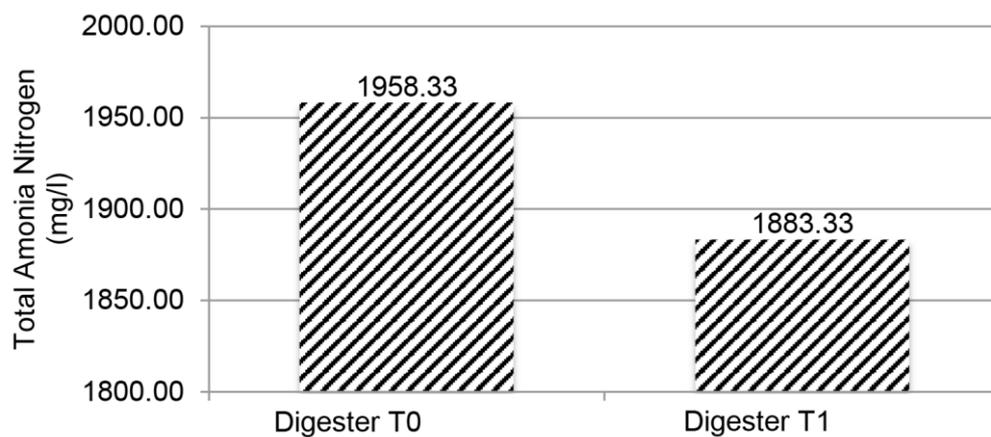


Ilustrasi 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Nitrogen dari Digester T0 dengan Digester T1.

Digester T1 memiliki kecernaan nitrogen yang lebih tinggi dibandingkan dengan digester T0 dikarenakan penambahan limbah padat tepung tapioka pada substrat digester T0 dapat meningkatkan nutrisi untuk tumbuh kembang mikroorganismenya. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Ubalua dan

Cassava (2007), yang menyatakan bahwa limbah padat tepung tapioka masih mengandung mineral-mineral (nitrogen, karbon, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, sulfur, besi, mangan, tembaga dan natrium) yang baik untuk tumbuh kembang mikroorganismenya pada pembentukan biogas.

Pengaruh Penambahan Limbah Padat Tepung Tapioka terhadap TAN



Ilustrasi 3. Rata-rata Total Amonia Nitrogen selama 3 kali HRT.

Nilai kisaran rata-rata TAN pada kedua digester menunjukkan angka pada taraf yang wajar sehingga tidak bersifat toksik. Dimana pada digester T0 diperoleh rata – rata TAN sebesar 1958,33 mg/l dan pada digester T1 diperoleh rata – rata TAN sebesar 1883,33 mg/l. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Waskito (2011) menyatakan bahwa amonia nitrogen yang tinggi dapat menghambat proses fermentasi *anaerob*, konsentrasi yang baik berkisar antara 200 – 1500 mg/l dan bila melebihi 3000 mg/l akan bersifat racun. perhitungan secara statistik menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata ($P>0.05$) antara digester dengan perlakuan T0 dengan digester perlakuan T1 terhadap nilai TAN. Kedua digester sama-sama memiliki kandungan TAN pada taraf yang baik walaupun berbeda perlakuan. Menurut Drogos (2013) bahwa adaptasi mikroba terhadap konsentrasi amonia yang tinggi merupakan faktor penting yang mempengaruhi produksi gas metan, selain pengaruh dari suhu dan pH.

Ilustrasi 3. menunjukkan bahwa pada digester T0 memiliki kandungan TAN yang lebih tinggi dibandingkan dengan digester T1. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan limbah padat tepung tapioka pada substrat digester T1 membuat mikroorganisme lebih efisien dalam memanfaatkan nitrogen amonia dibandingkan mikroorganisme di dalam digester T0. Menurut Kayhanian (1999) bahwa amonia terbentuk dari degradasi senyawa – senyawa yang mengandung nitrogen terutama protein dan urea. Nitrogen adalah sumber makanan utama bagi bakteri anaerob, sehingga pertumbuhan optimum bakteri sangat dipengaruhi unsur ini, dimana nitrogen dibutuhkan untuk membentuk struktur sel bakteri. Namun nitrogen amonia pada konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menghambat proses fermentasi anaerob (Agustina, 2011).

Pengaruh Penambahan Limbah Padat Tepung Tapioka terhadap VFA

Substrat pada digester T0 menghasilkan VFA sebesar 21,533 mIMol/l yang lebih rendah dari substrat digester T1 yang menghasilkan VFA sebesar 35,587 mIMol/l. Hal ini dikarenakan terjadi penambahan isian pada substrat digester T1 berupa limbah padat tepung tapioka dapat meningkatkan nutrisi bahan organik untuk proses pembentukan gas metan oleh mikroorganisme sehingga meningkatkan konsentrasi VFA dalam substrat. Dhanalakshmi dan Srinivasan (2014) menyatakan bahwa VFA merupakan senyawa intermediet yang dihasilkan dari proses digestasi anaerobik tahap pertama (asidogenesis) yang dibutuhkan oleh mikroorganisme metana dalam tahapan kedua (metanogenesis).

VFA pada *slurry* digester T0 lebih tinggi dibandingkan dengan digester T1. Konsentrasi VFA *slurry* pada digester T0 sebesar 11,210 mIMol/l dan konsentrasi VFA *slurry* pada digester T1 sebesar 11,079 mIMol/l. Setelah dilakukan analisis data secara statistik menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0,5$) dari VFA *slurry* digester T0 dan VFA *slurry* digester T1. Hal ini dikarenakan telah terjadi proses penguraian bahan organik yang baik dari semua digester, namun VFA pada *slurry* digester T1 menunjukkan angka yang lebih rendah dibandingkan dengan VFA pada *slurry* digester T0. Artinya proses asidogenesis pada digester T1 lebih baik dibandingkan dengan digester T0, karena bakteri metanogenik pada digester T1 dapat bekerja secara optimal menyerap senyawa dari bahan organik sehingga tidak banyak produk intermediet pada tahap asidogenesis yang terbuang melalui *slurry*. Menurut Rina *et al.*, (2011) proses asidogenesis merupakan proses penguraian bahan kompleks organik tersuspensi menjadi

monomer organik terlarut yang kemudian diurai menjadi asam-asam organik volatile sebagai asam asetat (CH_3COOH), hidrogen (H_2) dan karbon dioksida (CO_2) oleh bakteri anaerobik fakultatif.

Selain asam asetat, dapat pula dihasilkan asam butirat, asam propionat yang keseluruhannya dapat terdeteksi di parameter analisa volatile fatty acid (VFA). Parameter VFA tersebut dapat

dijadikan salah satu indikator baik atau tidaknya proses asidogenesis. Proses asidogenesis merupakan penguraian bahan organik melalui pemecahan sel mikroba yang merupakan komponen terbesar dalam bahan isian digester. Pecahnya sel mikroba tersebut menyebabkan lepasnya bahan organik dari sel dan terurai menjadi lebih sederhana yang merupakan substrat bagi mikroba asidogenesis (Thomas, 2003).

Tabel 2. Hasil Analisis *Volatile Fatty Acid*

Sampel	Minggu	Asam Asetat	Asam Propionat	Asam Iso Butirat	Asam Butirat	Asam Iso Valerat	Asam N-Valerat	Total VFA
-----mIMol/l-----								
Starter	-	5,794	2,445	0,374	-	0,305	-	8,918
Substrat Digester T0	-	12,622	6,835	0,811	0,336	0,800	0,129	21,533
Substrat Digester T1	-	16,06	11,467	-	6,551	1,315	0,194	35,587
Slury Digester T0	1	8,556	4,143	0,606	0,562	-	-	13,867
	3	8,031	3,688	-	0,548	-	-	12,267
	5	7,361	3,141	0,445	0,386	0,152	-	11,485
	7	6,315	2,133	0,469	-	0,063	-	8,980
	9	6,426	2,641	0,194	0,084	0,105	-	9,450
Rata-rata								11,21
Slury Digester T1	1	5,861	2,113	0,351	-	0,305	-	8,63
	3	6,992	3,293	0,531	1,009	0,166	-	11,991
	5	9,531	3,952	0,560	0,402	-	-	14,445
	7	5,002	2,386	2,434	-	0,129	-	9,951
	9	6,661	3,034	0,186	0,276	0,220	-	10,377
Rata-rata								11,079

Sumber : Data primer diolah tahun 2016. Hasil analisis di Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah padat tepung tapioka pada substrat biogas dengan bahan baku feses sapi perah diperoleh hasil pencernaan nitrogen, TAN dan VFA

slurry yang relatif sama. Penambahan limbah padat tepung tapioka dapat meningkatkan VFA pada substrat dapat meningkatkan asam-asam *volatile* yang diubah oleh bakteri metanogenik menjadi gas metan sehingga produksi biogas menjadi meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F. 2011. Evaluasi Parameter Produksi Biogas Dari Limbah Cair IndustriTapioka Dalam Bioreaktor Anaerobik 2 Tahap. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang. (Tesis)
- Dhanalakshmi Sridevi V, Srinivasan S V. 2013. Energy from Biomass- Comparison of Biogas Production at Ambient Temperature and at Mesophilic Temperature in Semicontinuous Anaerobic Digester Using Vegetable Market Wastes. Carbon – Sci. Tech. 6/1 (2014) 349–355.
- Drogs, B. 2013. Process Monitoring in Biogas Plants. IEA Bioenergy.
- Hambali E. 2007. Teknologi Bioenergi Cetakan Ke-1. PT. Agromedia Pustaka, Bogor.
- Kayhanian, M. 1999. Ammonia inhibition in high solids biogasification an overview and practical solutions. Environ Technol. **20**: 355-360.
- Rina. S. Soetopo, Sri Purwati, Yusup Setiawan, Krisna Adhytia .W. 2011. Efektivitas Proses Kontinyu Digestasi Anaerobik Dua Tahap Pada Pengolahan Lumpur Biologi Industri Kertas. Jurnal Riset Industri Vol. V, No.2, 2011, Hal 131-142. Balai Besar Pulp dan Kertas.
- Thomas. 2003. Anaerobic Digester Methane to Energy. Focus On energy. M c m a h o n Associates.Inc. Wisconsin. Hal 4-6
- Ubalua, A.O, Cassava Wastes. 19 September 2007. Treatment Options and Value Addition Alternatives, African Journal of Biothechnology. Vol 6 (18), pp. 2065-2053.
- Waskito, D. 2011 Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi. Universitas Indonesia. Depok. (Tesis Magister Teknik Manajemen Energi dan Ketenagalistrikan).
- Yani, M. dan A.A. Darwis. 1990. Diktat Teknologi Biogas. Pusat Antar Universitas Bioteknologi – IPB, Bogor.