

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH CAIR TEPUNG TAPIOKA DAN FESES SAPI  
SEBAGAI SUBSTRAT BIOGAS TERHADAP KECERNAAN NITROGEN,  
TOTAL AMMONIA NITROGEN DAN KONSENTRASI VFA**

*(The Effect of Tapioca Waste Water as Co-Substrat with Cattle Feces as a Substrate in the  
Biogas Digester on Nitrogen Digestibility, VFA Concentration and  
Total Ammonia Nitrogen)*

**H. H.P. Putra\*, Sutaryo dan Endang Purbowati**

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang

\*E-mail : hayupermana.work@gmail.com

**ABSTRAK**

Paper ini mengevaluasi penggunaan limbah cair tepung tapioka sebagai substrat biogas bersama dengan feses sapi perah. Hasil pengamatan menunjukkan penggunaan limbah cair tepung tapioka tidak berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap kecernaan nitrogen dan konsentrasi total ammonia nitrogen (TAN). Limbah cair tepung tapioka dapat digunakan sebagai co-substrat dengan feses sapi perah yang ditandai dengan tingginya penurunan konsentrasi VFA dari substrat ke *slurry* yang mengindikasikan digester biogas dapat beroperasi dengan baik.

**Kata kunci: Biogas, feses, limbah cair tepung tapioka, kecernaan nitrogen, konsentrasi VFA.**

**ABSTRACT**

*This paper investigated application of tapioca waste water as co-substrat with the dairy cow dung in the biogas digester. The result showed that utilization of tapioca waste water as co-substrat with dairy cow dung gave no significant effect ( $P>0.05$ ) on nitrogen digestibility and total ammonia nitrogen concentration. However, tapioca waste water can be used as the solvent of dairy faeces in the biogas digester as represented by the low VFA concentration that indicated the biogas digester can run properly.*

**Keywords: Biogas, cow dung, tapioca waste water, nitrogen digestibility, VFA concentration.**

**PENDAHULUAN**

Industri peternakan tidak hanya menghasilkan produk utama yang berupa susu, daging, dan telur saja. Industri peternakan juga menghasilkan produk lain yang berupa limbah, salah satunya berupa kotoran ternak, yang apabila dibiarkan akan mencemari lingkungan bahkan limbah peternakan dapat mengganggu produktivitas ternak, karena dapat menjadi sumber penyakit dan dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, untuk menjaga keberlangsungan usaha peternakan diperlukan upaya penanganan limbah. Salah satunya adalah dengan penanganan secara anaerob untuk produksi biogas. Biogas dapat

dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar gas, karena di dalam biogas terdapat gas metan ( $CH_4$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ), hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), ammonia ( $NH_3$ ), dan hidrogen ( $H_2$ ) (Wahyuningsih, 2009).

Pesatnya laju pertumbuhan penduduk menyebabkan meningkatnya kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) yang apabila terus dikonsumsi akan habis. Karena itu perlu adanya upaya mencari sumber energi alternatif untuk menghemat cadangan minyak, salah satunya dengan biogas.

Industri tepung tapioka merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah pada proses produksinya, produk

limbah yang dihasilkan berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah cair industri tapioka dihasilkan dari proses produksi, baik dari pencucian bahan baku sampai pada proses pemisahan pati dari airnya atau proses pengendapan. Limbah cair dari hasil industri tepung tapioka apabila dibiarkan atau dibuang ke aliran sungai akan dapat mencemari lingkungan, dan ekosistem di dalam lingkungan tempat limbah tersebut dibuang.

Penelitian ini berdasar pada masalah yang timbul dari dampak limbah peternakan maupun limbah cair tepung tapioka untuk menjadikan produk yang lebih bermanfaat yaitu sebagai substrat untuk produksi biogas. Tujuan utama penelitian ini untuk mengetahui dampak penggunaan limbah cair tepung tapioka yang ditambahkan pada feses sapi perah sebagai substrat biogas terhadap pencernaan nitrogen, konsentrasi volatile fatty acid (VFA), dan konsentrasi total amonia nitrogen (TAN). Manfaat yang diperoleh dari kegiatan penelitian ini adalah didapatkannya informasi ilmiah tentang pemanfaatan limbah cair tepung tapioka dan feses sapi untuk produksi biogas sebagai sumber energi alternatif, untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan sebagai sumbangan ilmu pengetahuan tentang pengolahan limbah untuk masyarakat luas.

### **MATERI DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2014 - Januari 2015, di Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang. Laboratorium yang terlibat dalam analisis kimia adalah Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang, Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Matematika (FSM) Universitas Diponegoro, Semarang, dan Pusat Antar Universitas Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi feses sapi peranakan *friesian Holstein* (PFH) sebagai bahan

utama dan limbah cair tepung tapioka sebagai bahan tambahan pada bahan isian *digester* biogas. Alat yang digunakan adalah 2 buah rangkaian *digester* yang terdiri dari tabung pencerna dari *stainless* kapasitas dengan volume 7.000 ml, karet penutup, larutan NaOH 4% (w/w) sebagai penyerap CO<sub>2</sub>, *tedlar gas bag*, malam dan botol kaca. Alat untuk mengukur volume gas metan antara lain pompa air, bak penampung air, gelas ukur 1.000ml, rangkaian kayu untuk menopang gelas ukur, timbangan, gelas ukur, selang karet. Alat tambahan lain yang digunakan yaitu termometer, pH meter, oven, *freezer*, loyang, tanur, spuit, pot y, timbangan analitis, timbangan digital, corong, sendok, gelas beker, *refregator*, dan tabung ukur.

Rangkaian penelitian ini meliputi : penyiapan materi, adaptasi, penelitian utama dan analisis data. Penyiapan materi yang dilakukan meliputi penyiapan alat-alat dan bahan yang akan digunakan, penyiapan starter, perangkaian *digester* biogas dan perangkaian alat pengukur produksi gas. Adaptasi dilakukan dengan cara mengisi *digester* dengan starter sebanyak 80% volume *digester*. Kemudian dilakukan pengisian substrat dan pengeluaran *slurry* setiap harinya. Jumlah substrat yang dimasukkan ke dalam *digester* setiap harinya sesuai dengan perhitungan volume *digester* aktif dibagi dengan waktu 1 *Hydraulic Retention Time* (HRT) selama 25 hari yaitu sebesar 224 g. *Digester* 1 diisi dengan bahan isian yang berupa feses sapi dan air dengan perbandingan 1:1 lalu diaduk secara merata sehingga homogen. *Digester* 2 diisi dengan bahan isian berupa feses sapi yang dilarutkan menggunakan limbah cair tepung tapioka dengan komposisi 1:1. Pengisian substrat dilakukan secara kontinu setiap harinya dengan mengeluarkan *slurry* dan memasukkan substrat dengan jumlah yang sama selama 3 HRT atau 75 hari. Selama penelitian, dilakukan pengamatan terhadap sampel substrat dan *slurry* untuk pengujian nilai pencernaan nitrogen, konsentrasi VFA dan TAN.

Analisis pencernaan nitrogen didapat

dari hasil total nitrogen pada substrat dan *slurry* menggunakan metode Kjeldhal. Hasil data analisis kandungan nitrogen substrat

dan *slurry* kemudian dihitung nilai kecernaanya dengan rumus.

$$\frac{N \text{ substrat} - N \text{ slurry}}{N \text{ substrat}} \times 100\%$$

Pengukuran VFA dilakukan melalui pengujian menggunakan gas *chromatograph* (Hawlet *pckard* 6850A) melalui *Flame Ionization Detector* (FID). Pengujian VFA dilakukan pada starter, substrat dan *slurry* kontrol serta perlakuan sebanyak 2 minggu sekali.

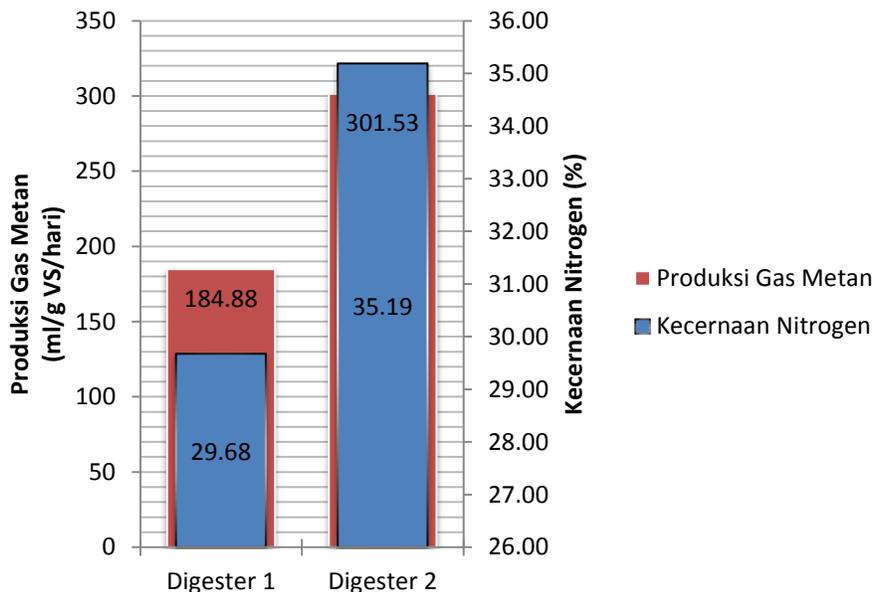
Total Amonia Nitrogen diukur berdasarkan gelombang warna sampel yang diuji. Tahapan awal dengan mempersiapkan blangko, dengan cara masukkan 10ml *aquades* kedalam botol kaca. Kemudian sampel yang akan dianalisis harus melalui mengenceran 5.000kali, setelah sampel melalui proses pengenceran 5.000 kali, sampel dimasukan pada botol kaca sebanyak 10ml dan ditambahkan *Ammonia Salicylate*, setelah 3 menit ditambahkan *Ammonia Cyanurate*, kemudian homogenisasi dan ditunggu selama 15 menit hingga warna berubah merata. Setelah 15 menit, blangko dimasukkan ke dalam *spectrophotometer* sebagai acuan dasar warna gelombang. Setelah itu sampel dimasukan ke dalam *spectrophotometer* dan dinilai panjang gelombang warnanya. Data yang terkumpul selama peelitian yaitu berupa kecernaan nitrogen, konsentrasi VFA, dan TAN diamati dan dianalisis menggunakan uji *bedat-test*. Analisis uji beda *t-test* dilakukan untuk membandingkan data hasil pengukuran antara bahan baku feses sapi PFH ditambah air dengan bahan baku feses sapi PFH ditambah limbah cair tepung tapioka

dengan media SPSS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kecernaan Nitrogen

Data kecernaan nitrogen dari Digester 1 (29,68%) dan Digester 2(35,19%) kecernaan nitrogen pada kedua digester secara statistik menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa walaupun penggunaan limbah cair tepung tapioka dapat meningkatkan kecernaan nitrogen namun hasil yang digunakan belum optimal. Berdasarkan Ilustrasi 1 dapat dilihat bahwa kecernaan nitrogen berbanding lurus dengan produksi gas metan. Digester 2 yang memiliki nilai rata-rata kecernaan nitrogen yang lebih tinggi dibanding dengan digester 1 juga memproduksi gas metan yang lebih tinggi dibandingkan dengan produksi gas metan pada Digester 1. Hal ini disebabkan limbah cair tepung tapioka yang digunakan sebagai bahan pelarut feses pada dasarnya masih memiliki kandungan nutrisi terlarut yang relatif mudah dicerna, sehingga dapat memaksimalkan kinerja mikroorganisme metanogenik untuk memproduksi gas metan.

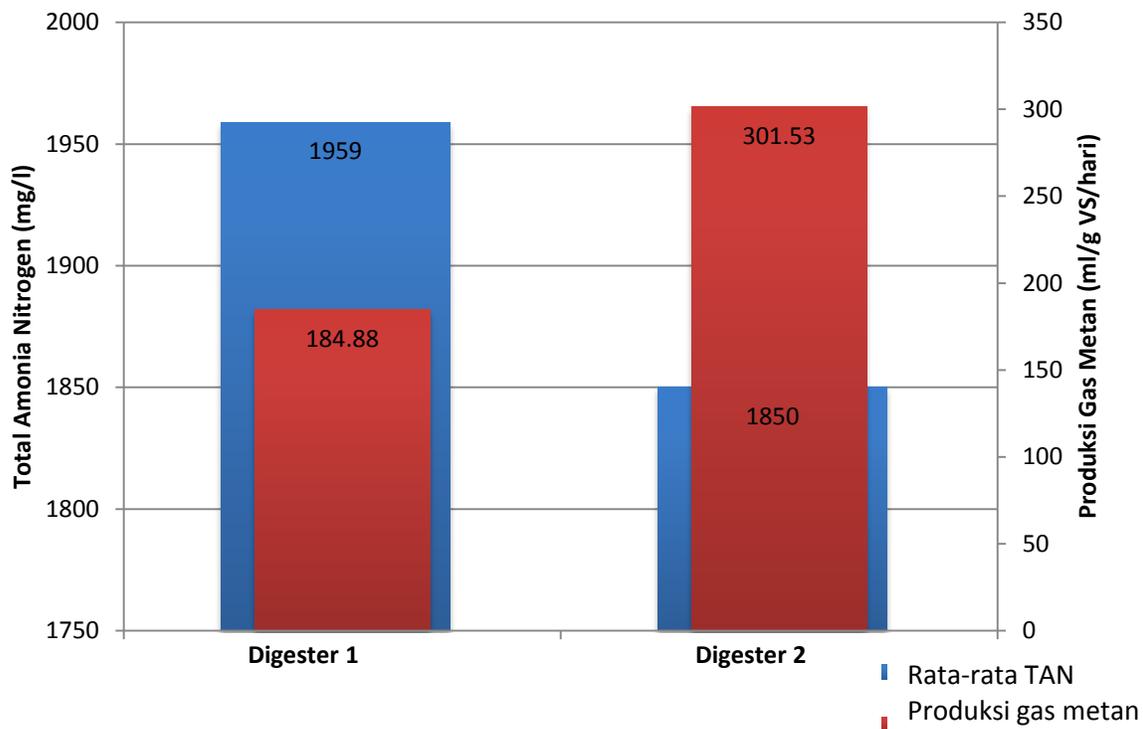


Ilustrasi 1. Rata-rata kecernaan nitrogen dan produksi metan selama penelitian.

Hal ini sesuai dengan pendapat Wati dan Rukmanasari (2011) yang menyatakan bahwa untuk tumbuh dan berkembang biak mikroorganisme membutuhkan nutrisi substrat dan suasana pH yang stabil. Nilai rata-rata kecernaan nitrogen pada kedua digester secara statistik menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Hal tersebut dapat terjadi karena kandungan nitrogen pada limbah cair tepung tapioka yang relatif rendah (3,95%) sehingga efek peningkatan kecernaan nitrogen dari substrat untuk kedua digester belum dapat mencapai taraf yang signifikan secara statistik. Kayhanian (1999) menyatakan bahwa amonia terbentuk dari degradasi senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen terutama protein dan urea.

### Pengaruh Penggunaan Limbah Cair Tepung Tapioka terhadap Konsentrasi TAN

Hasil analisis konsentrasi TAN pada *slurry* dari kedua digester dipaparkan dalam Ilustrasi 2. Nilai konsentrasi Digester 1 1.959 mg/l dan Digester 2 1.850 mg/l. Berdasarkan analisis uji-t konsentrasi TAN dari kedua digester menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ ). Hal ini disebabkan bahwa mikroorganisme Digester 2 mampu mencerna amonia dengan lebih baik sehingga amonia yang merupakan hasil dekomposisi nitrogen konsentrasi TAN-nya lebih rendah apabila dibandingkan dengan digester 1. Menurut Basuki (1985) amonia dengan tingkat konsentrasi tinggi akan menghambat proses fermentasi anaerob.



Ilustrasi 2. Nilai Rata-rata Total Amonia Nitrogen

Konsentrasi TAN *slurry* dari kedua digester masih pada taraf yang wajar. Hal ini sesuai dengan pendapat Sarigih (2010) bahwa, batas maksimal konsentrasi total amonia adalah 3.000 mg/l, dan apabila melebihi akan bersifat toksik.

### Pengaruh Penggunaan Limbah Cair Tepung Tapioka terhadap Kosentrasi VFA

Hasil analisis konsentrasi VFA

starter, substrat, dan *slurry* dari kedua perlakuan dapat dilihat dalam Tabel 1. Hasil analisis VFA pada substrat untuk Digester 2 (94,45 mlMol/l) lebih tinggi dibandingkan dengan nilai VFA pada substrat untuk Digester 1 (21,53 mlMol/l). Hal ini disebabkan oleh penggunaan limbah cair tepung tapioka pada Digester 2 yang mempunyai kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibanding air yang digunakan sebagai pelarut feses (substrat Digester 1).

Tabel 1. Nilai Kosentrasi VFA pada starter, substrat dan *slurry*

Sampel	Asam Asetat	Asam Propionat	Asam Iso Butirat	Asam Butirat	Asam So Valerat	Asam N-Valerat	Total VFA
-----mlMol/l-----							
Starter	5,794	2,445	0,374	-	0,305	-	8,918
Substrat Digester 1	12,622	6,835	0,811	0,336	0,8	0,129	21,53
Slurry Digester 1	7,338	3,149	0,415	0,395	0,107	-	11,21

Substrat	29,732	14,109	2,217	47,725	0,345	0,317	94,45
Digester 2							
Slurry	6,398	2,994	0,888	0,139	0,175	-	10,86
Digester 2							

Konsentrasi VFA pada *slurry* menunjukkan nilai yang sebaliknya, yakni nilai VFA *slurry* dari digester 2 (10,86 mMol/l) lebih rendah dibandingkan dengan nilai VFA *slurry* pada Digester 1 (11,21 mMol/l), meskipun hasil analisis statistik tidak menunjukkan hasil berbeda nyata namun dari perbedaan nilai konsentrasi VFA dari substrat ke *slurry* Digester 2 menunjukkan penurunan yang signifikan (88,5%) dibandingkan dengan Digester 1 (49,55%). Hal ini dikarenakan dengan adanya kandungan nutrisi terlarut pada limbah cair tepung tapioka dapat lebih mengoptimalkan perkembangbiakan mikroorganisme pengurai pada Digester 2 sehingga kandungan VFA pada digester 2 yang terbentuk pada tahap asidogenesis dapat dimanfaatkan secara optimal oleh bakteri metanogenesis untuk membentuk gas metan. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil produksi gas metan pada digester 2 yang lebih tinggi dibandingkan produksi metan digester 1 (Ilustrasi 1). Hal ini sesuai dengan pendapat Sofian (2008) yang menyatakan bahwa bakteri metanogenesis seperti *Mathanobacterium*, *Mathanobacillus* dan *Metanosarcina* akan mendekarboksilasi asam asetat, hidrogen dan karbondioksida menjadi gas metan (CH<sub>4</sub>).

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini dapat disimpulkan bahwa limbah cair tepung tapioka dapat digunakan sebagai pelarut feses sapi pada substrat biogas yang ditandai dengan peningkatan produksi metan dan pemanfaatan VFA oleh mikroorganisme untuk dikaroksilasi menjadi gas metan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, P. 1985. Pemanfaatan Kotoran Ternak Sebagai Sumber Energi Rumah Tangga. Seminar on Development of Tropical Resource and Effective Utilization of Energy in Agriculture, Yogyakarta.
- Kayhanian, M. 1999. Ammonia Inhibition In High\_Solids Biogasification: An Overview and Practical Solutions. Environ. Technol. **20**:355-360
- Sarigih, B.R. 2010. Analisis Potensi Biogas untuk Menghasilkan Energi Listrik dan Termal pada Gedung Komersil di Daerah Perkotaan. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sofian, Amat, 2008, Peningkatan Kualitas Biogas Sebagai Bahan Bakar Motor Bakar dengan Cara Pengurangan Kadar CO<sub>2</sub> Dalam Biogas dengan Menggunakan *Slurry* Ca(OH)<sub>2</sub>. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Wati, Setiana Wati dan Rukmanasari. 2011, Pembuatan Biogas dari Limbah Cair Industri Bioetanol Melalui Proses Anaerob (Fermentasi). Laporan teknis tidak diterbitkan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Wahyuningsih, F. 2009. Makalah Biogas. [http://www. Nuranimahabbah's Blog.com](http://www.Nuranimahabbah's Blog.com). [31 Agustus 2015]