



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

# SERTIFIKAT

MEMBERIKAN PENGHARGAAN KEPADA

**Eni Budiwati, S.T., M.Eng.**

ATAS KEIKUTSERTAANNYA SEBAGAI

**Pemakalah**

Seminar Nasional Teknoin 2014

"PENINGKATAN DAYA SAING INDUSTRI NASIONAL BERKELANJUTAN BERBASIS RISET"

YOGYAKARTA, 22 NOVEMBER 2014

DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI



DR. IMAM DJATI WIDODO, M.ENG.SC.

KETUA PANITIA,



ASMANTO SUBAGYO, M.SC  
FTI - UII

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14.5 Yogyakarta 55584 | Phone 0274-895287, Fax: 0274-895007 | email: [secretariat@teknoin.org](mailto:secretariat@teknoin.org), website : [www.teknoin.org](http://www.teknoin.org)

**SURAT PERNYATAAN  
PENGALIHAN HAK PUBLIKASI**

Menyatakan bahwa makalah berjudul "Perbandingan Volume Biogas yang Dihasilkan dari Fermentasi Campuran Eceng Gondok dan Sampah Sayuran DENGAN dan TANPA Kotoran Ayam pada Berbagai Rasio Pengenceran dan Waktu" karya Eni Budiyati, Nia Fitria, dan Yayuk Mundriyastutik dari Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Telah dipresentasikan di Seminar Nasional Teknoin 2014 yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta pada tanggal 22 Nopember 2014 di Gedung FTI UII Yogyakarta.

Kami menyetujui hak publikasi pengektronikannya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Yogyakarta, 22 Nopember 2014,

Panitia Teknoin 2014



ISBN No. 978-602-14272-1-7

Prosiding  
**Seminar Nasional Teknoin 2014**

Meningkatkan Daya Saing Industri Nasional Berkelanjutan  
Berbasis Riset

Yogyakarta, 22 November 2014

**Bidang Teknik Kimia**

**diselenggarakan oleh:**

**Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta**

Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2014  
**ISBN: 978-602-14272-1-7**

Diterbitkan oleh:

Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584  
T. 0274-895287, 0274-895007 Ext 110/200  
F. 0274-895007  
E. [seminarteknoin@yahoo.com](mailto:seminarteknoin@yahoo.com), [teknoin@uii.ac.id](mailto:teknoin@uii.ac.id)  
W. [seminarteknoin.fit.uii.ac.id](http://seminarteknoin.fit.uii.ac.id)

Hak Cipta ©2014 ada pada penulis

Artikel pada prosiding ini dapat digunakan, dimodifikasi, dan disebarluaskan secara bebas untuk tujuan bukan komersil (non profit), dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang kecuali mendapatkan izin terlebih dahulu dari penulis.

## Organisasi Penyelenggara

Penanggung Jawab	: Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.	Dekan
Pengarah	: Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T. Faisal RM, Ir, Drs., MSIE., Ph.D Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng. Hendrik, ST., M.Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T., Ph.D. Risdiyono, S.T., M.Eng., Ph.D.	Wakil Dekan Ketua Jurusan Teknik Kimia Ketua Jurusan Teknik Industri Ketua Jurusan Teknik Informatika Ketua Jurusan Teknik Elektro Ketua Jurusan Teknik Mesin
Ketua Pelaksana	: Asmanto Subagyo, M.Sc.	
Wakil Ketua	: Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D.	
Bendahara	: 1. Dra. Kamariah Anwar, M.Sc. 2. Erawati Lestari, A.Md.	
Reviewer	: 1. Dr. Megawati, ST., MT 2. Inayati, ST., MT. Ph.D. 3. Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. 4. M. Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. 5. Ir. Drs. Faisal RM., MSIE., Ph.D. 6. Izzati Muhimmah, S.T., M.Sc., Ph.D. 7. R.M. Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D. 8. Risdiyono, S.T., M.Eng., D.Eng. 9. Arif Hidayat, S.T., M.T.	Univ. Negeri Semarang Universitas Sebelas Maret Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia Univ. Islam Indonesia
Sie. Makalah & Prosiding: Koordinator	Feri Wijayanto, S.T., M.T. 1. Khamdan Cahyari, S.T., M.T. 2. Diana, S.T., M.T. 3. Agus Sumarjono, S.T. 4. Sumarwan 5. Haryadi, S.Pd.Si.	
Sie. Sekretariat: Koordinator	Ir. Agus Taufiq, M.Sc. 1. Ir. Sukirman, M.M. 2. Muhammad Susilo Atmodjo 3. Herviana El Diansyah, A.Md. 4. Jery Irgo, S.E., M.M.	
Sie. Acara dan Publikasi: Koordinator	Dyah Retno Sawitri, S.T., M.T. 1. Pangesti Rahman, S.E. 2. Eko Sukanto, S.T. 3. Suwati, S.Sos.	
Sie. Konsumsi dan Perlengkapan: Koordinator	Ir. Tuasikal M. Amin, M.sn. 1. Kasiyono, S.Kom 2. Supardi 3. Bagus Handoko, S.Pd. 4. Sri Handayani 5. Sarjudi	
Pembantu Pelaksana	: 1. Muhammad Henry Himawan 2. M. Agus Kurniawan	

DAFTAR ISI  
(Teknik Kimia)

<b>Organisasi Penyelenggara</b>	iii
<b>Kata Pengantar</b> Ketua Panitia Seminar Nasional TEKNOIN 2014	iv
<b>Sambutan</b> Dekan Fakultas Teknologi Industri	v
Daftar Isi	vi
<b>Studi Awal Proses Ekstraksi Daun Stevia Rebaudiana Dengan Variabel Perbandingan F : S Dan Waktu Ekstraksi</b> Andy Chandra, Kezia Rembulan Tirtabudi	1
<b>Kinetika Kematian Mikroorganismesusu Menggunakan Alat Pasteurisasi Secara Kontinyu</b> Bintang Iwhan Moehady, Emmanuela Maria Widyanti dan Nancy Siti Djenar	6
<b>Pemanfaatan Ekstrak Tanin Dari Buah Mangrove (<i>Rhizophora Mucronata</i>) Untuk Pewarna Alami Batik</b> Endang Kwartiningsih, Paryanto, Wusana Agung W, Endang Mastuti, Revita Sonia A.A., Yanuari Pipit N.	14
<b>Difusi Pada Ekstraksi Tanin Dari Buah Mangrove (<i>Rhizophora Mucronata</i>)</b> Endang Kwartiningsih, Paryanto, Wusana Agung W, Endang Mastuti, Aprilia Kusuma Jati, Diniar Putri Santosa	20
<b>Pemodelan Batch Hidrolisa Enzimatis Sabut Kelapa dengan Pengolahan Awal Larutan Basa</b> Rudy Agustriyanto, Akbarningrum Fatmawati	24
<b>Penggunaan Larutan Tawas (<math>Al_2(SO_4)_3</math>) dalam Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Porang (<i>Amorphophallus Muelleri Blume</i>) Sebagai Bahan Baku Hydrogel untuk Penghantaran Obat</b> Dita Kusuma Yuswardani, Shofwatun Nida	27
<b>Pengaruh Suhu dan Perbandingan Katalis Zeolit Terhadap Karakteristik Produk Hasil Pirolisis Kayu Glugu</b> Emi Erawati, Eni Budiayati, Yudha Rizki Kuncoro, Wayudi Budi Sediawan	32
<b>Adsorpsi Karbon Monoksida (CO) Dan Penjernihan Asap Kebakaran Dengan Menggunakan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Termodifikasi <math>TiO_2</math></b> Yuliusman, Muhammad Yusuf Ramly Dunggio	37
<b>Karakterisasi Serbuk Tembaga (Cu), Tungsten (W), dan Timbal (Pb) untuk Metal Liner</b> Ade Utami Hapsari, Jarot Raharjo, Agustanhakri Bakri, Giri Wahyu Alam	42
<b>Pengaruh Beban Terhadap Laju Korosi Baja Galvalum (Zn55Al) Pada Lingkungan NaCl 5% dan Air Ledeng</b> Budi Agung K, Adianto Hibatullah Santoso, Diani Puspita Azizi	49
<b>Pengaruh polutan terhadap struktur morfologi stomata daun Trembesi (<i>Samanea saman</i>)</b>	57

Pratiwi Dyah Kusumo

**Desain Tensiometer dengan Metode Gelembung Maksimum Berbasis PC** 64  
Tri Mulyono, Dwi Indarti, Wiwik Sofia

**Pengaruh Polutan Terhadap Spectrum Unsur Terserap pada Stomata Daun Trembesi (*Samanea saman*)** 68  
Manogari Sianturi

**Penetapan Potensi Penghematan Energi Dalam Audit Energi *Walkthrough* Studi Kasus Industri Tekstil** 75  
Endang Widayati

**Pemodelan dan Simulasi Proses Distilasi Bacth Broth Fermentasi Molases pada Tray Column dengan Serabut Baja** 82  
Ratih Permata Sari

**Analisis Penentuan Ongkos Jasa Jahit Pada Tukang Jahit** 88  
Farham HM Saleh

**Variasi Perubahan Setting Dan Jenis Wax Pada Koefisien Friksi Benang Pv 20 S Pada Hasil Mesin Winder** 92  
Sukirman

**Kekuatan Kain Terpal Untuk Bangunan Tegangan** 100  
Tuasikal Muhamad Amin

**Teknologi Produksi Hidrogen Dari Energi Matahari: Sebuah Tinjauan** 109  
Sutarno

**Pengaruh Tahapan Proses Finishing Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Kain** 114  
Pratikno Hidayat

**Perbandingan Volume Biogas yang Dihasilkan dari Fermentasi Campuran Eceng Gondok Dan Sampah Sayuran Dengan dan Tanpa Kotoran Ayam pada Berbagai Rasio Pengenceran Dan Waktu** 121  
Eni Budiyati, Nia Fitria, Yayuk Mundriyastutik

# Perbandingan Volume Biogas yang Dihasilkan dari Fermentasi Campuran Eceng Gondok dan Sampah Sayuran DENGAN dan TANPA Kotoran Ayam pada Berbagai Rasio Pengenceran dan Waktu

Eni Budiyati <sup>1)</sup>, Nia Fitria <sup>2)</sup>, Yayuk Mundriyastutik <sup>2)</sup>

1) Staf Pengajar Prodi Teknik Kimia – UMS, Kampus UMS Gedung F, Jl. A. Yani Tromol Pos I Surakarta–Indonesia

2) Mahasiswa Prodi Teknik Kimia – UMS, Kampus UMS Gedung F, Jl. A. Yani Tromol Pos I Surakarta–Indonesia

Email: Eni.Budiyati@ums.ac.id dan eni.budiyati@gmail.com

## Abstrak

*Penggunaan sumber daya energi dari bahan baku fosil semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia. Keadaan ini tidak sebanding dengan jumlah sumber daya energi dari olahan minyak bumi, oleh karena itu perlu direalisasikan sumber daya energi alternatif bersifat ramah lingkungan serta dapat diperbaharui. Biogas merupakan salah satu sumber daya energi alternatif yang bersifat ramah lingkungan. Beberapa bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan biogas antara lain: kotoran sapi, kotoran kuda, kotoran ayam, kotoran manusia, air limbah, sampah organik, jerami, eceng gondok dan masih banyak lagi.*

*Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mempersiapkan bahan-bahan serta alat-alat yang akan digunakan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kotoran ayam, sampah sayuran, eceng gondok dan air. Langkah kedua mencampurkan bahan tersebut dengan perbandingan komposisi yang telah ditentukan. Setelah pada langkah ketiga dilakukan proses fermentasi dalam erlenmeyer selama 7, 14, 21, 28 dan 35 hari. Dan pada langkah terakhir dilakukan pengukuran jumlah gas yang terbentuk.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka volume biogas yang dihasilkan semakin besar. Di samping itu, pembentukan biogas dengan penambahan starter (kotoran ayam) lebih banyak daripada pembentukan biogas tanpa penambahan starter. Perbedaan bahan baku yang digunakan, mempengaruhi volume biogas yang dihasilkan.*

**Kata kunci :** biogas, eceng gondok, fermentasi, kotoran ayam, sampah sayuran, waktu

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi mengalami peningkatan yang signifikan. Di sisi lain ketersediaan sumber energi bahan baku fosil menipis. Oleh karena itu diperlukan sumber energi terbarukan yang bisa digunakan untuk mencukupi kebutuhan energi dunia, salah satunya adalah biogas.

Dari pembuatan biogas ini menghasilkan produk berupa gas yang mengandung metana ( $\text{CH}_4$ ) dengan kadar yang

cukup tinggi apabila dibanding dengan zat lain yang terkandung di dalam produk tersebut. Gas buang (emisi) yang dihasilkan dari pengolahan bahan-bahan organik mempunyai kadar lebih rendah bila dibandingkan dengan gas buang hasil dari pengolahan bahan-bahan anorganik. Hal ini disebabkan karena jumlah  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar berantai karbon pendek lebih sedikit [1].

Proses pembuatan biogas dilakukan dengan cara fermentasi anaerob (tanpa bantuan oksigen). Zat-zat yang terkandung pada biogas adalah metana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), nitrogen ( $\text{N}_2$ ), hidrogen ( $\text{H}_2$ ), hidrogen sulfat ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dan oksigen ( $\text{O}_2$ ). Komponen yang mempunyai prosentase paling banyak dalam biogas adalah metana ( $\text{CH}_4$ ) yang memiliki nilai kalor tinggi yaitu 50 MJ/kg [1].

Eceng gondok, sampah sayuran, dan kotoran ternak merupakan bahan organik yang dapat dikonversi menjadi bioga. Ketersediaan bahan-bahan tersebut cukup banyak dan mudah didapat. Sebagai gambaran, eceng gondok merupakan tumbuhan gulma yang tumbuh di rawa-rawa dengan pertumbuhan sangat cepat dan pemanfaatan tanaman ini belum maksimal. Mayoritas, orang hanya memanfaatkan eceng gondok untuk dibuat sebagai kerajinan tangan. Oleh karena itu, eceng gondok digunakan sebagai bahan dalam pembuatan biogas supaya lebih bermanfaat secara maksimal.

Kotoran ayam selain sebagai pupuk kandang, juga dapat digunakan dalam pembuatan biogas. Tujuan dari penggunaan kotoran ternak (ayam) dalam pembuatan biogas, yaitu untuk mempercepat proses fermentasi anerob, karena pada tahap fermentasi tersebut dibutuhkan bakteri pengurai yang akan mengubah senyawa organik menjadi asam. Asam tersebut berfungsi sebagai penghasil metana pada biogas.

Sampah sayuran juga mempunyai potensi besar untuk menghasilkan biogas. Jumlah sampah dari sisa sayuran maupun sayuran yang telah busuk sangat banyak per harinya. Jika dikalkulasi jumlah tersebut akan menumpuk dalam waktu 1 bulan, 1 tahun dan seterusnya. Hal ini dapat menyebabkan masalah pencemaran lingkungan. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemanfaatan sampah sayuran sebagai bahan pembuat

Prosiding Seminar Nasional TEKNOIN 2014  
ISBN 978-602-14272-1-7

biogas merupakan langkah yang tepat untuk mengurangi tingkat pencemaran sekaligus menghasilkan energi alternatif. Sampah sayuran dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat biogas karena memiliki rasio C/N sebesar 35 [2].

### Definisi Biogas

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh bakteri dari bahan organik yang mengalami proses fermentasi dalam reaktor (biodigester) dan berlangsung dalam kondisi anaerob [1]. Senyawa yang terkandung dalam biogas antara lain metana (CH<sub>4</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas-gas lainnya. Untuk data komposisi biogas selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

TABEL 1. KOMPOSISI KANDUNGAN SENYAWA PADA BIOGAS

No	Jenis Gas	Satuan	Komposisi				
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	CH <sub>4</sub>	%	55-65	55-75	50-70	55-70	40-70
2	CO <sub>2</sub>	%	35-45	25-45	25-40	30-45	30-60
3	H <sub>2</sub> S	ppm	0-1	0-3	< 2	< 500	0-3
4	N <sub>2</sub>	%	0-3	0-0,3	< 2	0-2	
5	H <sub>2</sub>	%	0-1	1-5	< 1	-	0-1
6	O <sub>2</sub>	ppm	-	0,1-0,5	< 2	-	-

Keterangan: [3, 4, 5, 6]

Nilai kalor biogas tergantung pada jumlah kandungan metana (CH<sub>4</sub>) dalam biogas, dimana semakin tinggi kandungan metananya maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dimiliki. Biogas mempunyai massa jenis yang sedikit lebih tinggi dibanding dengan massa jenis udara. Apabila dibakar, biogas mempunyai kecepatan maksimum yang rendah yaitu sekitar 0,25 m/s [1]. Satu meter kubik biogas mempunyai nilai kalor sekitar 6000 Watt per jam dan setara dengan setengah liter minyak diesel. Maka dari itu biogas dapat digunakan sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan sebagai pengganti minyak tanah, LPG, batu bara dan bahan-bahan lain yang berasal dari fosil [7].

Biogas mempunyai sifat mudah terbakar, warna nyala api biru, tidak beracun dan mempunyai nilai kalor sebesar 2,24 x 10<sup>4</sup> J/m<sup>3</sup>. Sifat dari gas metana antara lain tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa, dengan adanya zat-zat lain maka menyebabkan gas itu berbau. Berat jenis metana yaitu 655,6 µg.cm<sup>-3</sup>, kelarutan dalam air (pada temperatur 17°C) adalah 35 mg dm<sup>-3</sup> [8].

Proses pembentukan biogas ini dibagi dalam 3 tahap yaitu [9]:

#### 1. Tahap Hidrolisis

Bahan-bahan organik yang mengandung selulosa, hemiselulosa serta bahan ekstraktif seperti protein, karbohidrat, dan lipida akan diurai menjadi senyawa dengan rantai yang lebih pendek. Dalam tahap ini mikroorganisme yang bekerja adalah enzim ekstraseluler, yaitu selulose, *amylase*, *protease*, dan *lipase*.

#### 2. Tahap Pengasaman

Bakteri menghasilkan asam, dimana asam tersebut akan mengkonversi senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH), H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Selain itu bakteri juga akan mengubah senyawa bermolekul rendah menjadi alkohol, asam amino, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan sedikit gas CH<sub>4</sub>. Bakteri ini tumbuh pada pH 5,5 - 6,5 dan bekerja optimum pada temperatur 30 - 40°C [10].

#### 3. Tahap Pembentukan Gas CH<sub>4</sub>

Bakteri yang berperan dalam tahap ini adalah bakteri *methanogenesis*, antara lain: *methanobacterium*, *methanobacillus*, *methanosarcina*, dan *methanococcus*. Bakteri ini bekerja pada pH antara 6,5-7,5 dan bekerja optimum pada temperatur 35°C.

### Eceng Gondok

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman air yang biasanya terdapat di kolam, danau, rawa dan sungai. Jenis dan ukuran tanaman eceng gondok bermacam-macam. Kecepatan pertumbuhannya pun relatif cepat yaitu 3% per hari, sehingga keberadaan eceng gondok juga menyebabkan masalah. Sebagai contoh, permukaan sungai atau rawa tertutup oleh tanaman tersebut sehingga mengganggu pertumbuhan biota yang ada [11].

Kandungan kimia pada eceng gondok tergantung dari kandungan unsur hara tempatnya tumbuh dan sifat daya serap tumbuhan tersebut. Eceng gondok memiliki sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap senyawa logam berat, senyawa sulfida, kandungan protein lebih dari 11,5 %, dan mengandung selulosa yang lebih besar dibanding dengan non selulosanya seperti lignin, abu, lemak dan zat lain [11].

Berikut adalah data kandungan kimia eceng gondok segar:

TABEL 2. KANDUNGAN KIMIA ECENG GONDOK SEGAR

No	Senyawa Kimia	Persentase (%)
1	air	92,6
2	abu	0,44
3	serat kasar	2,09
4	karbohidrat	0,17
5	lemak	0,35
6	protein	0,16
7	fosfor	0,52
8	kalium	0,42
9	klorida	0,26
10	alkanoid	0,22

Sumber: [11]

### Sampah Sayuran

Menurut [12] sampah organik berupa sayuran merupakan substrat yang baik untuk membuat biogas. Bahan yang digunakan untuk membuat biogas harus mempunyai rasio C/N tertentu atau mengandung unsur karbon dan nitrogen. Rasio C/N pada sampah sayuran adalah 35. Penelitian [10] menunjukkan bahan organik yang menghasilkan kualitas biogas tinggi mempunyai rasio C/N antara 20-30, sedangkan menurut [13] rasio C/N adalah 20-25.

Perbandingan rasio C/N dalam bahan organik tersebut mempengaruhi perkembangan bakteri yang akan menguraikan bahan organik itu. Apabila perbandingan C/N kurang dari 8, maka akan menghalangi aktivitas bakteri pengurai. Hal ini disebabkan karena kadar ammonia ( $\text{NH}_3$ ) berlebihan [14]. Selain itu, apabila perbandingan C/N lebih dari 43 maka akan menyebabkan aktivitas bakteri menjadi terhambat [13]. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa sampah sayuran dapat digunakan untuk pembuatan biogas. Sampah sayuran sangat menguntungkan apabila dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan biogas. Hal ini dikarenakan sampah sayuran tersebut mengandung senyawa N dan P sangat besar, sehingga tidak memerlukan tambahan nutrisi [15].

#### **Kotoran Ayam**

Bahan organik yang umum digunakan dalam proses pembuatan biogas adalah kotoran hewan, salah satunya ayam. Kotoran ayam mengandung nilai perbandingan C/N berkisar antara 5-8. [14] menyatakan perbandingan rasio C/N kotoran ayam ini lebih kecil daripada rasio C/N kotoran sapi yaitu 10-20. Meskipun demikian, kotoran ayam tetap dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat biogas.

#### **Faktor-Faktor yang Mempengaruhi**

##### **a. Suhu**

Dalam proses pembuatan biogas suhu akan mempengaruhi kecepatan pembentukan gas. Temperatur untuk dekomposisi anaerobik dibagi dalam 3 jenis yaitu [16]:

- Psikofilik ( $< 30^\circ\text{C}$ )
- Mesofilik ( $30^\circ - 40^\circ\text{C}$ )
- Termofilik ( $50^\circ - 60^\circ\text{C}$ )

##### **b. Derajat keasaman (pH) dan Alkalinitas**

pH optimum yang tepat untuk proses anaerobik pada reaktor berkisar antara 5,5 – 8,5. Sedangkan pH optimum untuk memproduksi metana berkisar antara 7,2 – 8,2. Nilai alkalinitas didasarkan pada kapasitas untuk menetralkan asam yang berhubungan dengan asam lemak dan garam. Nilai alkalinitas untuk reaktor minimal 1000 mg/L  $\text{CaCO}_3$  [17].

##### **c. Rasio C/N**

Nilai rasio C/N yang harus dimiliki bahan dalam pembuatan biogas adalah 20-30 [10]

##### **d. Organic Loading**

*Organic loading* dinyatakan dalam kg COD atau VS  $\text{m}^3/\text{hari}$ . *Organic loading* ini berasal dari produksi asam lemak volatil berlebih dari reaktor yang mengakibatkan tingginya pH dan mengganggu bakteri metana.

##### **e. Bahan Toksik**

Bahan-bahan toksik yang menyebabkan kegagalan dalam pembuatan biogas antara lain: magnesium, potasium, tembaga, cadmium, nikel dan lain-lain.

##### **f. Pengadukan**

Berdasarkan pendapat [1] bahwa tujuan dari pengadukan adalah untuk mengurangi pengendapan (terbentuknya kerak), bakteri dapat menyebar merata keseluruh bagian, mempermudah pelepasan gas yang dihasilkan oleh bakteri

menuju ke bagian penampung gas dan memberikan kondisi temperatur yang homogen dalam digester.

##### **g. Kadar Air**

Mikroorganisme yang berperan dalam proses degradasi, melakukan aktivitas metabolisme di selaput air pada permukaan bahan. Hal ini mempengaruhi optimumnya proses anaerobik.

##### **h. Pengaruh Waktu Fermentasi**

Waktu fermentasi adalah waktu yang diperlukan untuk proses fermentasi sehingga menghasilkan biogas yang diinginkan. Biogas biasanya mulai terbentuk pada hari ketujuh. Penelitian ini menggunakan variasi waktu fermentasi untuk mengetahui perbedaan jumlah gas yang dihasilkan.

#### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu fermentasi dan komposisi bahan terhadap volume biogas yang dihasilkan dalam pembuatan biogas dari campuran eceng gondok, sampah sayuran, dan kotoran ayam.

## **II. METODOLOGI**

#### **Bahan dan Alat Penelitian**

Penelitian ini menggunakan bahan antara lain: kotoran ayam, sampah sayuran, eceng gondok, dan air.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerigen 5 L, selang aquarium ukuran 0,5 cm, gelas ukur 100 mL, gelas beker 500 mL, kran, kantong plastic, pisau.

#### **Prosedur Penelitian**

Langkah pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan bahan-bahan serta alat-alat yang akan digunakan. Eceng gondok dan sampah sayuran dipotong kecil-kecil. Kemudian potongan bahan tersebut dicampur dengan kotoran ayam dan air dengan perbandingan komposisi yang telah ditentukan. Campuran tersebut difermentasi dalam Erlenmeyer selama 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, 4 minggu sampai 5 minggu dan selanjutnya dilakukan pengukuran jumlah gas yang terbentuk pada minggu pertama, kedua, ketiga, keempat dan kelima.

#### **Variabel Penelitian**

Variabel Tetap

Variabel tetap dalam penelitian ini adalah pH, suhu, dan pengadukan.

Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu fermentasi dan komposisi bahan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

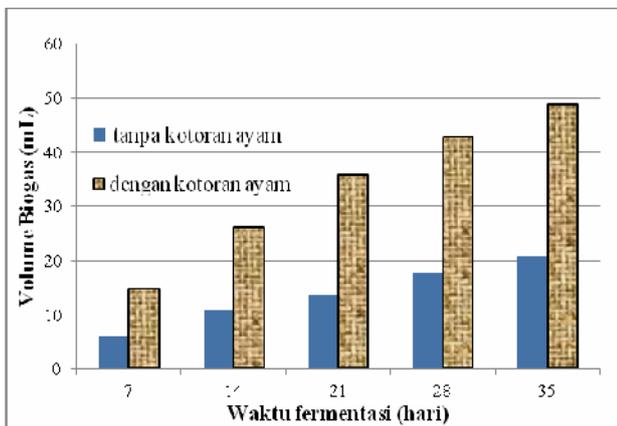
#### Pengaruh Penambahan Air terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan

Biogas dapat dibuat dengan memanfaatkan limbah dari pertanian dan peternakan (biomassa). Biogas merupakan gas bio yang dihasilkan dari proses fermentasi material organik dengan bantuan bakteri anaerob. Material organik ini antara lain: kotoran hewan ternak bahkan tinja manusia serta sampah-sampah organik dari sayuran, eceng gondok, daun-daunan dan sebagainya.

Pembuatan biogas dalam penelitian ini dilakukan dengan memfermentasi campuran bahan dari eceng gondok, sampah sayuran, dan air dengan rasio pengenceran tertentu. Penelitian ini menggunakan perbandingan campuran eceng gondok, sampah sayuran, dengan/tanpa kotoran ayam : air adalah 1:1,5; 1:2; 1:3 (w/v). Volume biogas pada rasio pengenceran 1:1,5 (w/v) yang dihasilkan dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 1.

TABEL 3. PERBANDINGAN VOLUME BIOGAS DENGAN RASIO PENGENCERAN 1:1,5 (W/V)

Waktu Fermentasi	Volume Biogas (mL)	
	Tanpa Kotoran Ayam	Dengan Kotoran Ayam
7 hari	5,942	14,854
14 hari	10,695	26,143
21 hari	13,666	35,650
28 hari	17,825	42,780
35 hari	20,795	48,721



Gambar 1. Grafik Perbandingan Volume Biogas yang Dihasilkan DENGAN atau TANPA Kotoran Ayam pada Rasio Pengenceran 1 : 1,5 (w/v)

Dari data diatas (Tabel 3 maupun Gambar1) dapat dilihat bahwa mulai dari 7 hari pertama sampai 35 hari volume biogas yang dihasilkan dengan menggunakan kotoran ayam jauh lebih besar apabila dibandingkan dengan hasil yang diperoleh tanpa menggunakan kotoran ayam. Hal ini disebabkan karena kotoran ayam dapat berfungsi sebagai

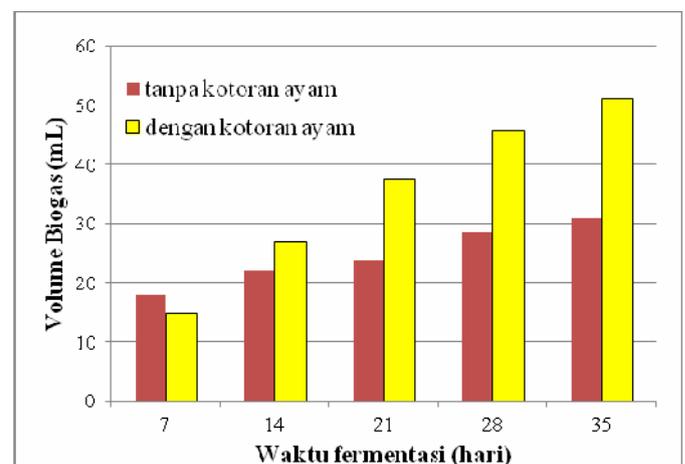
starter. Dengan adanya substrat dan starter akan menghasilkan biogas yang banyak bila dibandingkan dengan tanpa starter. Starter dimaksudkan untuk meningkatkan jumlah bakteri pengurai substrat, sehingga dapat memperbesar volume biogas yang dihasilkan. Untuk rasio pengenceran 1:1,5 (w/v) ini hasil biogas yang diperoleh dengan kotoran ayam lebih dari dua kali (2x) bila dibandingkan dengan yang tanpa kotoran ayam. Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan starter pada pembuatan biogas sangat mempengaruhi volume biogas yang dihasilkan.

Kotoran ayam selain mengandung rasio C/N juga terdapat komponen padatan total/*total solid* (TS) yang mana di dalam TS terdapat padatan volatile atau *volatile solid* (VS). Pembentukan biogas selain dipengaruhi oleh rasio C/N dari starter, juga dipengaruhi komponen TS. Konsentrasi TS sebaiknya dijaga tidak lebih dari 15% karena akan menghambat metabolisme. Dalam rangka menjaga konsentrasi TS tetap kurang dari 15% yaitu dengan penambahan air atau pengenceran.

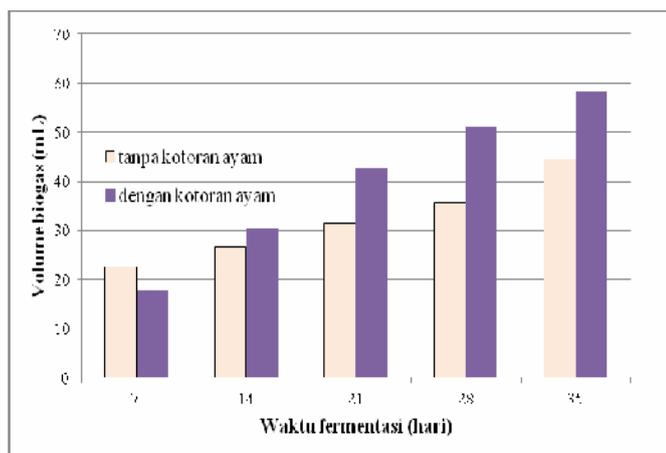
Hasil penelitian untuk rasio pengenceran 1:2 dan 1:3 (w/v) dapat dilihat pada Tabel 4, Gambar 2, dan Gambar 3.

TABEL 4. PERBANDINGAN VOLUME BIOGAS DENGAN RASIO PENGENCERAN 1:2 DAN 1:3 (W/V)

Waktu Fermentasi	Volume Biogas (mL)			
	Rasio Pengenceran 1:2 (w/v)		Rasio Pengenceran 1:3 (w/v)	
	Tanpa Kotoran Ayam	Dengan Kotoran Ayam	Tanpa Kotoran Ayam	Dengan Kotoran Ayam
7 hari	17,825	14,854	22,578	17,845
14 hari	21,984	26,737	26,737	30,303
21 hari	23,766	37,432	31,491	42,780
28 hari	28,519	45,751	35,649	51,098
35 hari	30,897	51,098	44,562	58,228



Gambar 2. Grafik Perbandingan Volume Biogas yang Dihasilkan DENGAN atau TANPA Kotoran Ayam pada Rasio Pengenceran 1 : 2 (w/v)



Gambar 3. Grafik Perbandingan Volume Biogas yang Dihasilkan DENGAN atau TANPA Kotoran Ayam pada Rasio Pengenceran 1 : 3 (w/v)

Tabel 4, Gambar 2, dan Gambar 3 menunjukkan bahwa perbandingan volume biogas yang dihasilkan dengan atau tanpa kotoran ayam pada rasio pengenceran 1:2 dan 1:3 (w/v) mempunyai kecenderungan yang sedikit berbeda dengan perbandingan volume biogas yang dihasilkan dengan atau tanpa kotoran ayam pada rasio pengenceran 1:1,5 (w/v). Dapat dilihat bahwa untuk rasio 1:2 dan 1:3 (w/v) pada 7 hari pertama diperoleh volume biogas yang dihasilkan dengan menggunakan kotoran ayam lebih sedikit dibandingkan dengan volume biogas yang diperoleh dari bahan tanpa kotoran ayam. Hal ini disebabkan karena adanya kemungkinan pencampuran eceng gondok, sampah sayuran, dan kotoran ayam belum maksimal, sehingga reaksi belum berjalan secara optimal dan volume hasil fermentasi turun. Hal ini juga diperkuat dengan data selanjutnya, bahwa setelah waktu fermentasi 14, 21, 28, dan 35 hari volume biogas DENGAN kotoran ayam lebih besar dari yang TANPA.

Apabila kita bandingkan volume biogas berdasarkan rasio pengenceran, dapat dinyatakan bahwa semakin banyak air yang digunakan (rasio pengenceran semakin kecil) maka volume biogas semakin meningkat atau banyak. Untuk data yang menggunakan kotoran ayam misalnya, volume biogas yang paling banyak terjadi pada rasio 1:3 (w/v) yaitu 58,2 mL dan yang paling sedikit pada rasio 1:1,5 (w/v) yaitu 48,7 mL. Hal ini terjadi karena pengenceran dengan air sangat berpengaruh pada proses pembentukan biogas. Air merupakan bagian penting pada proses pembentukan biogas yaitu digunakan pada tahap hidrolisis dan asetogenesis (pengasaman). Pada tahap hidrolisis, air berfungsi untuk mengurai senyawa-senyawa rantai panjang menjadi rantai pendek dengan bantuan mikroorganisme.

Air pada tahap asetogenesis berfungsi untuk mengkonversi hasil dari tahap hidrolisis menjadi asam asetat dengan bantuan bakteri. Selain itu asam-asam organik lainnya yang dihasilkan pada tahap pengasaman ini juga memerlukan air yang berlebih untuk berubah menjadi asam asetat. Semakin banyak air yang digunakan, semakin banyak pula asam asetat yang dihasilkan. Asam asetat yang dihasilkan pada tahap

pengasaman ini berfungsi dalam pembentukan metana (biogas) pada tahap selanjutnya, yaitu metanogenesis.

Fungsi lain dari penambahan air antara lain untuk mempermudah proses pencampuran, mempermudah proses mengalirnya bahan organik ke dalam biodigester dan mempermudah aliran gas yang terbentuk pada bagian bawah dapat mengalir ke bagian atas biodigester. Sebaliknya, bila air yang ditambahkan terlalu sedikit, akan menghambat proses fermentasi serta menimbulkan lapisan kerak di bagian permukaan terutama untuk bahan isian berserat. Dengan demikian penambahan air pada proses pembuatan biogas sangat penting dan berpengaruh terhadap hasil biogas yang didapat.

Faktor lain yang mempengaruhi volume biogas yaitu waktu fermentasi, pengadukan serta penambahan starter. Dalam penelitian ini, waktu fermentasi selama 35 hari. Hasil volume biogas yang dihasilkan semakin lama semakin bertambah, namun semakin lama penambahannya semakin kecil. Hal ini disebabkan karena rasio C/N dari bahan baku yang digunakan semakin lama semakin berkurang. Untuk menghasilkan kualitas biogas yang tinggi, nilai rasio C/N dari bahan organik yang digunakan sekitar 20-30 [10]. Untuk rasio C/N dari eceng gondok, sayuran, dan kotoran ayam masing-masing sebesar 25, 35, dan 5-8. Kandungan Carbon (C) berfungsi sebagai makanan bagi bakteri untuk menghasilkan metana, sedangkan Nitrogen (N) sebagai pembangun struktur sel bakteri. Kandungan karbon semakin lama berkurang karena tidak ada penambahan bahan baku selama proses, yang menyebabkan kerja bakteri menjadi tidak optimum dalam menghasilkan metana. Jika kerja bakteri berkurang, maka akan berpengaruh pada jumlah biogas yang dihasilkan.

Produksi volume biogas dari eceng gondok juga dipengaruhi oleh tingkat pencemaran suatu perairan tempat eceng gondok tumbuh. Semakin tinggi tingkat pencemaran air yang ditumbuhi eceng gondok, semakin besar biogas yang dihasilkan karena akan berpengaruh pada rasio C/N. Eceng gondok yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari waduk Cengklik, dimana tingkat pencemaran airnya tidak terlalu tinggi karena letak waduk Cengklik jauh dari pusat kota dan pabrik-pabrik.

Salah satu faktor untuk mempercepat reaksi adalah ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikelnya, maka luas kontak permukaan antar partikel akan semakin besar, sehingga reaksi berjalan semakin cepat. Namun, dalam penelitian ini, eceng gondok dan sayuran hanya dipotong kecil-kecil tidak diblender atau dihaluskan, sehingga memberikan efek terhadap volume biogas yang dihasilkan.

Penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya juga menggunakan eceng gondok tapi starter yang ditambahkan adalah kotoran sapi. Hasil yang diperoleh dari dua penelitian ini berbeda. Pada penelitian sebelumnya menggunakan eceng gondok dan starter kotoran sapi masing-masing 50 g, 150 mL air dan 1,25 g kotoran sapi. Bahan tersebut difermentasi selama 21 hari menghasilkan 212 mL biogas. Sedangkan dalam penelitian ini yang menggunakan bahan eceng gondok, sampah sayuran serta penambahan starter berupa

kotoran ayam menghasilkan volume biogas sebanyak 42,7 mL selama 21 hari.

Pada waktu fermentasi yang sama ternyata hasil biogas yang diperoleh berbeda, yaitu 212 mL dan 42,7 mL. Biogas dari penelitian sebelumnya lebih banyak daripada yang dilakukan sekarang ini. Perbedaan hasil biogas ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: ukuran partikel eceng gondok, massa bahan yang digunakan atau perbandingan komposisi bahan baku, starter yang digunakan dan volume air yang ditambahkan.

Ukuran bahan atau partikel adalah faktor pertama yang berpengaruh terhadap perbedaan volume biogas yang dihasilkan dari kedua penelitian ini adalah. Penelitian sebelumnya menggunakan ukuran eceng gondok yang sangat kecil yaitu dengan diblender, sedangkan pada penelitian ini eceng gondok hanya dipotong kecil-kecil. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan reaksi adalah ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel, maka luas kontak permukaan antar partikel semakin besar sehingga reaksi berjalan semakin cepat.

Pada penelitian sebelumnya massa bahan baku yang digunakan lebih sedikit daripada penelitian ini, baik jumlah air maupun eceng gondok, tetapi hasil yang diperoleh lebih banyak pada penelitian sebelumnya. Hal ini disebabkan karena jenis starter yang digunakan berbeda, yaitu kotoran sapi dan kotoran ayam. Kotoran sapi mempunyai nilai rasio C/N sebesar 10-20 sedangkan pada kotoran ayam nilai rasio C/N 5-8. Besarnya nilai rasio C/N mempengaruhi banyaknya volume biogas yang dihasilkan. Apabila rasio C/N kurang dari 8 dan lebih dari 43 maka akan menghambat kerja bakteri. Rasio ideal untuk menghasilkan kualitas biogas yang tinggi sekitar 20-30 [10] dan 20-25 [13]. Jadi, pengaruh utama yang menyebabkan perbedaan hasil volume biogas antara penelitian sebelumnya dengan penelitian sekarang yaitu ukuran partikel bahan dan starter yang digunakan.

#### IV. SIMPULAN

1. Semakin lama waktu fermentasi, maka semakin berkurang volume biogas yang dihasilkan.
2. Pembentukan biogas dengan penambahan starter (kotoran ayam) lebih banyak daripada pembentukan biogas tanpa penambahan starter.
3. Perbedaan bahan baku yang digunakan, mempengaruhi volume biogas yang dihasilkan.

#### V. REFERENSI

- [1] Suyitno. dkk., 2010, "Teknologi Biogas," Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] Wolverton, B.C., et al., 1975, "Bioconversion of Water Hyacinth into Methana Gas, National Technology Laboratories, St.louis Mississipi.
- [3] Arifin, R., F.F.P.Perdana dan S.R.Juliastuti, 2008, Pengaruh Enzim  $\alpha$ -Amilase dan EM-4 terhadap Pembentukan Biogas dari Limbah Padat Tapioka, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2008 ISSN : 1411 – 4216, Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.
- [4] Hambali, E., dkk., 2007, "Teknologi Bioenergi," Agro Media Pustaka.
- [5] Monnet, F., 2003, "An Introduction to anaerobic digestion of organic waste," Remade Scotland.

- [6] Muryanto, J. Pramono, dkk., 2006, "Biogas, Energi Alternatif Ramah Lingkungan," Cetakan 1, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah, Ungaran.
- [7] Pambudi, N. A, 2008, "Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif," Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- [8] Anonim, 2014, Metana, <http://id.wikipedia.org/wiki/Metana>, diakses pada 20 Agustus 2014 Pukul 14.00.
- [9] Anonim, 2012, <http://www.ganesha.co.uk/Articles/Biogas>, diakses pada 11 April 2013.
- [10] Sasse L., 1988, "Biogas Plants," The Deutsches Zentrum für Entwicklungs Technologien-GATE, Germany.
- [11] Anonim, 2012, [http://brades.multiply.com/journal/item/pembuatanbriket\\_arang\\_dari\\_eceng\\_gondok](http://brades.multiply.com/journal/item/pembuatanbriket_arang_dari_eceng_gondok), diakses pada 7 Maret 2013.
- [12] Hermawan. B., dkk., 2007, "Sampah Organik sebagai Bahan Baku Biogas untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri," Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa Universitas Lampung, Bandar Lampung, diakses pada tanggal 30 September 2013 dari <http://chemistryaddict.wordpress.com>.
- [13] Dennis A. Burke P.E., 2001, Dairy Waste Anaerobic digestion Handbook," Environmental Energy Company, Olympia.
- [14] Uli, W., et al., 1989, "Biogas Plants in Animal Husbandry," GTZ, Germany.
- [15] Oemar G. R, dkk., 2007, "Pengaruh Komposisi Feed terhadap Produksi Biogas dari Sampah Kota," Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia 2007. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- [16] Yadvika, et al., 2004, "Enhancement of Biogas Production from Solid Substrates using Different Techniques-A Review," Bioresource Technology No. 95, Hal.1-10. Elsevier Ltd.
- [17] Lunden. A, 2003., "Biogas Production Anaerobic Digestion of Grains Diluted in Process Water from a Wastewater Treatment Plant," Master of Science Thesis, Environmental Science Programme, Linköping University. Swedia.