

Volume 1, Tahun XV, Februari 2014

ISSN 1411 - 3724

# EKSAKTA

Berkala Ilmiah Bidang MIPA

<b>Jurnal Eksakta</b>	<b>Vol . 1</b>	<b>Tahun XV</b>	<b>Hlm 1-114</b>	<b>Padang Februari 2014</b>
---------------------------	--------------------	---------------------	----------------------	---------------------------------

PUSAT KAJIAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

ISSN 1411 - 3724

**EKSAKTA**  
Berkala Ilmiah Bidang MIPA

Vol. 1 Tahun XV Februari 2014

SK. Pejabat Pembuat Komitmen FMIPA UNP  
No. 62/UN35.1.1/KP/2014

Penasehat  
Dekan FMIPA Universitas Negeri Padang  
*Lufri*

Penanggung Jawab  
*Festiyed*

Ketua Redaksi  
*Asrizal*

Wakil Ketua Redaksi  
*Syafriandi*

Penyunting Ahli  
*Ahmad Fauzan*  
*Yerizon*  
*Ratnawulan*  
*Linda Advinda*  
*Ali Amran*  
*Azwir Anhar*

Penyunting Pelaksana  
*Helma*  
*Hamdi*  
*Minda Azhar*  
*Ramadhan Sumarmin*

Kesekretariatan  
*Yashardi*  
*Herda Susanti*  
*Toni Supriadi*

**Alamat Redaksi**  
Kampus FMIPA Universitas Negeri Padang  
Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131  
Telp. (0751) 7057420, Fax. (0751) 7058772  
E-mail: eksakta\_unp@yahoo.co.id

**Penerbit**  
Pusat Kajian Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

# **EKSAKTA**

**Berkala Ilmiah Bidang MIPA**

Vol. 1 Tahun XV Februari 2014

## ISI

<b>MODEL HIDDEN MARKOV PADA PREDIKSI HARGA BERAS DAN PERPINDAHAN KONSUMEN BERAS DI KOTA SOLOK PROVINSI SUMATERA BARAT</b> <i>Melsi Diansa Putri</i> .....	1
<b>VALIDITAS BAHAN AJAR KONTEKSTUAL BERBASIS ICT DENGAN MENGINTEGRASIKAN KONSEP MSTBK UNTUK MENCAPAI KOMPETENSI FISIKA SISWA KELAS XI SMA</b> <i>Akmam, Harman A, Asrizal, Dilla.O, Atika. U. A</i> .....	11
<b>PENGARUH VOLUME CAIRAN RUMEN SAPI TERHADAP BERMACAM FESES DALAM MENGHASILKAN BIOGAS</b> <i>Linda Wati, Yuni Ahda, Dezi Handayani</i> .....	20
<b>PENYERAPAN ION SENG, TIMBAL, DAN KROM OLEH ABU TERBANG (FLY ASH) SECARA STATIS</b> <i>Desy Kurniawati</i> .....	29
<b>PENGEMBANGAN MODUL ALJABAR LINEAR ELEMENTER BERNUANSA KONSTRUKTIVISME BERBANTUAN ICT</b> <i>Mia Fitria, Made Arnawa, Lufri</i> .....	34
<b>EFEKTIFITAS PENUGASAN PRESENTASI DI AWAL PEMBELAJARAN MATEMATIKA</b> <i>Hendra Syarifuddin</i> .....	43
<b>PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>LEARNING CYCLE 5E</i> SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KOMPETENSI PSIKOMOTOR PESERTA DIDIK DALAM PEMBELAJARAN FISIKA DI KELAS IX.2 SMP NEGERI 2 CANDUNG</b> <i>Fitra Netti</i> .....	51
<b>ISOLASI STEROID DARI DAUN MENKUDU (<i>Morinda citrifolia L.</i>)</b> <i>Sri Benti Etika, Suryelita</i> .....	60
<b>ASOSIASI PENYAKIT DIABETES MELLITUS DENGAN PENYAKIT JANTUNG KORONER MENGGUNAKAN MODEL LOGLINIER MULTIVARIAT</b> <i>Rido Engla Saputra, Dewi Murni, Yenni Kurniawati</i> .....	66

<b>HUBUNGAN <i>RADICAL</i> IDEAL <i>NULL</i> DAN IDEAL YANG DIBANGUN OLEH POLINOMIAL KARAKTERISTIK</b> <i>Yusmet Rizal, Atus Amadi Putra</i> .....	76
<b>PEMBUATAN LEMBAR KERJA SISWA IPA TERPADU BERBASIS ICT MENGINTEGRASIKAN NILAI PENDIDIKAN KARAKTER UNTUK PEMBELAJARAN IPA SISWA SMP KELAS VIII</b> <i>Elma Rafika, Asrizal</i> .....	81
<b>ANALISIS PENCEMARAN LOGAM BERAT OLEH LINDI (<i>LEACHATE</i>) TPA SAMPAH AIR DINGIN KOTA PADANG MENGGUNAKAN METODA GEOLISTRIK POLARISASI TERIMBAS (<i>INDUCED POLARIZATION</i>)</b> <i>Fatni Mufit, Mahrizal, Nofi Yendri Sudiar</i> .....	92
<b>MENENTUKAN KARAKTERISTIK OSILASI NONLINEAR DENGAN METODE RUNGE-KUTTA MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN BORLAND DELPHI</b> <i>Riri Safitri, Festiyed</i> .....	99
<b>DEGRADASI <i>METHYL VIOLET</i> DAN <i>METHYLEN BLUE</i> OLEH FOTOKATALIS <math>TiO_2</math></b> <i>Hardeli, Afrianti Ramadhani, Desy Kurniawati, Nopri Andriko, Hary Sanjaya</i> .....	107

## PENGARUH VOLUME CAIRAN RUMEN SAPI TERHADAP BERMACAM FESES DALAM MENGHASILKAN BIOGAS

Linda Wati, Yuni Ahda, Dezi Handayani  
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang, email: linalion14@yahoo.co.id

### ABSTRACT

*The aim of this research is to know the influence of cow's rumen fluid volume toward varied feces in producing biogas. This research has been done since October to December 2013 at Biotechnology laboratory, Faculty and Mathematic Science. The method of this research is completely randomized design (CRD) with factorial in three times. The first factor as the treatment is the type of feces, such as cow, horse, goat, and buffalo's feces. The second factor is the treatment by adding the volume of cow's rumen liquid as many as 160 and 320 ml. The control is the treatment without adding the volume of cow's rumen liquid. The variables that were measured in this research are the volume of biogas and the duration of biogas flame that could be produced. The result of this research shows the type of feces affected the biogas production. In these treatments, the highest volume of biogas that was produced to the lowest are horse's feces yield of 226.56 cm<sup>3</sup>, cow's feces yield of 71.40 cm<sup>3</sup>, buffalo's feces yield of 28.28 cm<sup>3</sup>, and goat's feces yield of 2.13 cm<sup>3</sup>. The addition of rumen liquid can increase the biogas production on cow, goat, and buffalo's feces, but it did not significantly giving effect on horse's feces. The positive interaction between addition of rumen liquid and feces show on cow, goat, and buffalo's feces. But, the rumen liquid was not interacted with horse's feces for producing biogas.*

**Key words :** *Biogas, rumen fluid, methanogen.*

### PENDAHULUAN

Krisis energi terus menjadi per masalah di Indonesia bahkan di dunia. Pertumbuhan penduduk yang cepat dan maraknya industri-industri menyebabkan peningkatan permintaan energi. Tingginya permintaan energi ini menyebabkan harga minyak naik sehingga meningkatkan biaya produksi barang dan jasa serta beban hidup masyarakat yang pada akhirnya mem perlemah pertumbuhan ekonomi (Widodo dan Asari, 2006).

Krisis energi salah satunya di sebabkan oleh penggunaan bahan bakar minyak (BBM) oleh berbagai sektor, misalnya bahan bakar untuk transportasi, industri, rumah tangga dan sektor lainnya. Sampai tahun 2000, Indonesia merupakan produsen minyak terbesar di ASEAN. Namun seiring berjalannya waktu terjadi penurunan produksi di Indonesia dari hari ke hari. Pada tahun 2008, produksi hanya

mencapai 2,6 juta barel per hari. Hingga saat ini produksi minyak di Indonesia belum menunjukkan kenaikan (Korompot, 2012). Penggunaan BBM secara luas dan terus menerus dapat berakibat buruk terhadap lingkungan. Oleh karena itu diperlukan energi alternatif pengganti BBM dan solusi terhadap penurunan kualitas lingkungan (Susilowati, 2009).

Energi alternatif telah mulai dikembangkan untuk mengatasi krisis energi, diantaranya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), minyak sawit dan biogas. Masyarakat masih belum bisa menerima pengembangan PLTN karena dianggap berbahaya, misalnya peristiwa kebocoran nuklir di Fukushima, Jepang pada tahun 2011. Kecelakaan tersebut menimbulkan berbagai kerugian baik bagi manusia, hewan maupun lingkungan (Munandar dan Siswantu, 2011). Energi alternatif lainnya adalah pemanfaatan minyak sawit. Pemerintah

Indonesia telah mencoba mengembangkan minyak sawit sebagai *biofuel*, tetapi masih kurang efektif karena saat ini produktivitas lahan sawit masih rendah. Akibatnya, harga bahan baku pembuatan minyak sawit masih jauh di atas harga BBM bersubsidi (Susono, 2010). Berdasarkan fakta yang telah disebutkan di atas, biogas menjadi energi alternatif yang lebih menjanjikan dibandingkan sumber energi alternatif lainnya.

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari bahan-bahan organik misalnya kotoran hewan, kotoran manusia atau sampah organik melalui proses fermentasi di dalam biodigester. Komponen biogas terdiri atas 50-70% metan, 30-40% karbondioksida, dan sebagian kecil gas lainnya seperti nitrogen, hidrogen dan oksigen (Schluter *et al.*, 2008). Pemanfaatan kotoran ternak sebagai substrat biogas dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Wilkie, 2005). Penumpukan limbah perternakan sampai dengan kapasitas tertentu akan menimbulkan dampak negatif antara lain peningkatan polusi mikroba patogen sehingga dapat mengakibatkan pencemaran (Yazid dan Aris, 2011). Pemanfaatan kotoran sebagai substrat biogas juga dapat menghasilkan pupuk organik untuk tanaman (Putro, 2007).

Kotoran ternak merupakan pilihan yang tepat sebagai bahan baku pembuatan biogas, karena di dalam kotoran ternak telah mengandung bakteri metanogenik yang dapat menghasilkan gas metan (Omed dkk., 2000). Kotoran sapi, kuda, kambing dan kerbau memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan mudah diuraikan oleh bakteri, selain itu kotoran ini mudah didapatkan dan menjadi limbah yang tidak termanfaatkan. Menurut Widodo dan Asari (2006) kotoran ternak mengandung nitrogen, fosfor dan kalium yang merupakan kandungan nutrient utama untuk bahan pengisi biogas. Jumlah sapi dan kerbau di Kota Padang pada tahun 2013 sekitar 13.498 ekor (BPS, 2013). Selain

sapi dan kerbau, hewan ternak lainnya yang terdapat di Kota Padang adalah kambing dan kuda.

Proses pembuatan biogas di pengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah suhu, pH, substrat, pengadukan dan starter. Suhu optimum bakteri metanogenik yang bersifat mesofilik adalah 35<sup>0</sup> C, bakteri metanogenik termofilik adalah 50<sup>0</sup>-60<sup>0</sup> C (Gerardi, 2003). pH pembentukan gas metan berkisar antara 5,5-8,5, dengan interval optimalnya adalah 7,0-8,0 untuk kebanyakan bakteri metanogen (Seadi *et al.*, 2008). Substrat yang menjadi bahan pembuatan biogas memiliki kandungan C/N yang berbeda-beda. Bakteri meng konsumsi habis unsur C tiga puluh kali lebih cepat dibandingkan unsur N, sedangkan unsur karbon di gunakan sebagai sumber energi dan unsur nitrogen di gunakan sebagai pembangun struktur sel bakteri (Bayuseno, 2009).

Substrat yang terdapat dalam digester lama kelamaan akan membentuk lapisan kerak yang akan mengeras. Lapisan kerak ini dapat menghambat produksi biogas, pencegahannya dapat dilakukan dengan pengadukan, dimana pengadukan termasuk ke dalam faktor penentu produksi biogas (Siregar, 2004). Faktor yang juga menentukan dalam produksi biogas adalah starter yang dijadikan sebagai sumber mikroba untuk menghasilkan gas metan.

Penelitian Yenni dkk (2012) mendapatkan hasil bahwa penambahan limbah isi rumen sapi mampu meningkatkan volume biogas yang terbentuk pada fermentasi limbah sayur dan buah, dengan menggunakan 30 liter total bahan fermentasi, didapatkan produksi rata-rata kumulatif biogas yang ditambahkan cairan rumen 38,13 liter yang relatif lebih besar 79,88% dibandingkan yang tidak ditambahkan cairan rumen yaitu 21,20%. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Susilowati (2009) dalam penelitiannya memfermentasi kan kotoran sapi dengan bantuan cairan rumen sapi dan diketahui bahwa pe nambahan cairan rumen sapi dapat

mempersingkat jangka waktu yang di butuhkan untuk proses awal penguraian dalam tahap pembentukan biogas, dimana puncak volume biogas dengan penambahan cairan rumen sapi adalah hari ke 20, sedangkan tanpa penambahan cairan rumen sapi yaitu pada hari ke 30.

Cairan rumen sapi dari limbah rumah potong hewan dapat dimanfaatkan sebagai biostarter untuk mempercepat proses fermentasi kotoran untuk menghasilkan dan meningkatkan produksi gas metan dalam biogas (Susilowati, 2009). Cairan rumen sapi dapat diperoleh di rumah potong hewan Lubuk Buaya Padang yang merupakan rumah potong yang aktif. Limbah cairan rumen sapi di rumah potong tersebut belum dimanfaatkan dengan baik, oleh karena itu dalam penelitian ini peneliti memanfaatkan limbah cairan rumen sapi ini sebagai starter dalam produksi biogas serta mengetahui pengaruh volume cairan rumen terhadap bermacam feses dalam menghasilkan biogas.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimen dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap secara faktorial dengan tiga kali pengulangan. Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Oktober hingga Desember, di Laboratorium Bioteknologi FMIPA UNP. Faktor pertama adalah jenis feses yang digunakan yaitu feses sapi, kuda, kambing dan kerbau. Faktor kedua adalah volume cairan rumen yang ditambahkan yaitu 0 ml (kontrol, tanpa penambahan cairan rumen), 160 ml dan 320 ml cairan rumen

### 1. Pelaksanaan Penelitian (Modifikasi dari Mujahidah, 2013)

#### a. Persiapan

Perakitan fermentor dengan menggunakan botol kaca berkapasitas 600 ml sebanyak 36 unit (sesuai perlakuan dan ulangan). Pada bagian mulut botol ditutup dengan menggunakan balon karet, dimana balon berguna untuk menampung biogas

yang dihasilkan. Mengumpulkan bahan/ substrat biogas yaitu feses sapi, kuda, kambing dan kerbau. Cairan rumen sapi diambil dari Rumah Potong Hewan, Lubuk Buaya, Kota Padang.

#### b. Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap pelaksanaan ini, isi rumen sapi diperas dan disaring sehingga diperoleh cairan rumen sapi. Selanjutnya, cairan rumen sapi dicampurkan dengan masing-masing feses yaitu feses sapi, kuda, kambing dan kerbau, yang terdiri atas tiga perlakuan. Perlakuan kontrol (160 g feses : 320 ml air), penambahan cairan rumen sebanyak 160 ml (160 g feses : 160 ml cairan rumen : 160 ml air) dan 320 ml cairan rumen (160 g feses : 320 ml cairan rumen). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Fermentasi biogas dilakukan selama 30 hari dengan menggunakan sistem *batch*.

#### c. Pengamatan Volume Biogas Yang Dihasilkan dan Uji Nyala

Pengamatan dilakukan dengan menghitung volume biogas ( $\text{cm}^3$ ) yang tertampung di dalam balon. Volume biogas diasumsikan sama dengan volume bola. Jadi, gas di dalam balon diperoleh dengan persamaan:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Dimana, r diperoleh dari persamaan:

$r = \text{keliling balon} / 2\pi$

$V = \text{Volume balon/gas dalam balon (cm}^3\text{)}$

$\Pi = \text{phi, koefisien dengan nilai } 3,14$

$r = \text{jari-jari lingkaran (cm)}$

Pada pengamatan uji nyala, gas yang tertampung di dalam balon disulutkan ke sumber api untuk memastikan apakah gas mengandung metan atau tidak. Uji positif ditandai dengan nyala api berwarna biru.

#### 2. Analisis Data

Data volume biogas ( $\text{cm}^3$ ) dan waktu uji nyala (dt) dianalisis dengan melakukan uji ANOVA. Jika hasil yang diperoleh menunjukkan beda nyata, maka dilakukan uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Volume Biogas yang Dihasilkan

a. Rata-rata volume biogas ( $\text{cm}^3$ ) yang dihasilkan dari setiap perlakuan

Volume biogas yang dihasilkan dari setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1. Feses kuda dengan penambahan cairan rumen sebanyak 160 ml menghasilkan volume biogas yang tertinggi yaitu 226,56  $\text{cm}^3$ , sedangkan feses kambing tanpa penambahan cairan rumen menghasilkan volume biogas terendah yaitu 2,13  $\text{cm}^3$ .

Tabel 1. Volume Biogas yang Dihasilkan Dari Setiap Perlakuan

Perlakuan	Volume biogas yang dihasilkan ( $\text{cm}^3$ )		
	0 ml	160 ml	320 ml
Sapi	10,22	56,78	71,40
Kuda	173,23	226,56	145,00
Kambing	2,13	6,81	20,25
Kerbau	6,77	5,27	28,28

b. Pengaruh jenis feses terhadap produksi biogas pada volume cairan rumen 0 ml, 160 ml dan 320 ml (log n).

Berdasarkan hasil uji lanjut DNMRT ( $\alpha=5\%$ ), produksi biogas tertinggi hingga terendah dihasilkan dari feses kuda, sapi, kerbau dan kambing, baik pada perlakuan kontrol ataupun dengan penambahan cairan rumen sapi.

Tabel 2. Pengaruh Jenis Feses Terhadap Produksi Biogas.

Perlakuan	Volume biogas yang dihasilkan (log n)		
	0 ml	160 ml	320 ml
Sapi	0,99 b	1,73 b	1,85 b
Kuda	2,23 c	2,35 c	2,16 c
Kambing	0,3 a	0,78 a	1,29 a
Kerbau	0,79 b	0,72 a	1,42 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf nyata 5 %.

c. Pengaruh volume cairan rumen sapi terhadap produksi biogas pada feses sapi, kuda, kambing dan kerbau (log n)

Cairan rumen sapi umumnya dapat meningkatkan produksi biogas pada kotoran sapi, kambing dan kerbau. Semakin banyak volume cairan rumen sapi yang ditambahkan, semakin banyak juga volume biogas yang dihasilkan, sedangkan pada kotoran kuda belum mampu meningkatkan produksi biogas secara signifikan. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 3.

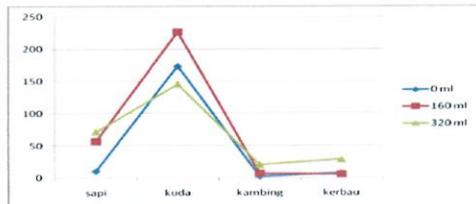
Tabel 3. Pengaruh Volume Cairan Rumen Terhadap Produksi Biogas pada Masing-Masing Feses

Perlakuan	Volume biogas yang dihasilkan (log n)			
	Sapi	Kuda	Kambing	Kerbau
0 ml	0,99 a	2,23 a	0,30 a	0,79 a
160 ml	1,73 b	2,35 a	0,78 b	0,72 a
320 ml	1,85 b	2,16 a	1,29 c	1,42 b

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf nyata 5 %.

d. Interaksi antara jenis feses dan volume cairan rumen sapi dalam menghasilkan biogas

Terdapat interaksi antara jenis feses dan volume cairan rumen dalam menghasilkan biogas. Penambahan cairan rumen berpengaruh nyata terhadap feses sapi, kambing dan kerbau dalam menghasilkan biogas. Akan tetapi tidak terdapat pengaruh bermakna antara penambahan cairan rumen dengan feses kuda dalam menghasilkan biogas. Interaksi dapat terlihat lebih jelas pada (Gambar 4).



Gambar 1. Interaksi Antara Jenis Feses Dengan Penambahan Cairan Rumen Sapi dalam Menghasilkan Biogas

## 2. Rata-rata Lama Nyala (Detik) Api Dari Biogas Yang Dihasilkan pada Setiap Perlakuan

Uji nyala dilakukan untuk memastikan apakah biogas yang dihasilkan mengandung gas metan atau tidak. Spesifikasi gas metan ditandai dengan nyala api yang berwarna biru, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Nyala Api dari Biogas

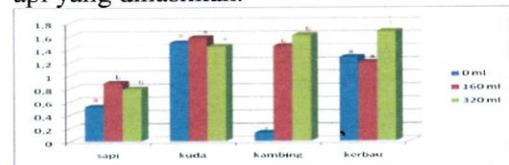
a. Pengaruh jenis feses terhadap lama nyala pada volume cairan rumen 0 ml, 160 ml dan 320 ml

Jenis feses berpengaruh terhadap lama nyala api yang dihasilkan. Lama nyala api tertinggi dihasilkan dari feses kuda yaitu 32,21 detik, sedangkan lama nyala api tersingkat dihasilkan dari feses kambing pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan cairan rumen) yaitu 1,37 detik. Pada penambahan cairan rumen sebanyak 160 ml menunjukkan masing-masing feses memiliki kemampuan yang beragam terhadap lama nyala, dimana kotoran kuda menghasilkan lama nyala tertinggi yaitu 37,68 detik. Penambahan cairan rumen sebanyak 320 ml, feses kuda masih menempati posisi tertinggi terhadap lama nyala api yaitu 28,45. Jadi feses kuda mampu meng-

hasilkan nyala api lebih lama dibandingkan feses sapi, kambing dan kerbau.

b. Pengaruh volume cairan rumen sapi terhadap lama nyala pada feses sapi, kuda, kambing dan kerbau (log n)

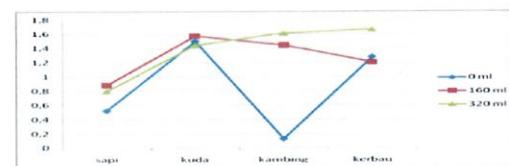
Penambahan cairan rumen sapi berpengaruh pada feses sapi, kambing dan kerbau terhadap lama nyala api. Semakin banyak volume cairan rumen yang diberikan, semakin meningkatkan lama nyala api. Lain halnya pada feses kuda penambahan cairan rumen tidak memberikan pengaruh bermakna terhadap nyala api yang dihasilkan.



Gambar 3. Pengaruh Volume Cairan Rumen Terhadap Lama Nyala pada Feses Sapi, Kuda, Kambing dan Kerbau (grafik yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata)

c. Interaksi antara jenis feses dan volume cairan rumen sapi dalam menghasilkan biogas

Terdapat interaksi antara jenis feses dengan volume cairan rumen terhadap lama nyala api yang dihasilkan. Interaksi hanya terlihat pada feses sapi, kerbau dan kambing dengan volume cairan rumen terhadap lama nyala api, sedangkan pada feses kuda tidak ada interaksi. Interaksi lebih jelas ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 4. Interaksi Antara Jenis Feses dan Volume Cairan Rumen Terhadap Lama Nyala Api

## 3. Pembahasan

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa jenis feses berpengaruh nyata terhadap produksi biogas, dimana produksi

biogas tertinggi dihasilkan dari feses kuda. Setiap feses menunjukkan kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan biogas. Feses kuda merupakan substrat yang paling baik menghasilkan biogas. Kemungkinan hal ini disebabkan kandungan C/N kuda (25) lebih tinggi dibandingkan sapi (24), kerbau (24) dan kambing (12). Jika rasio C/N terlalu tinggi, maka nitrogen terkonsumsi sangat cepat oleh bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan protein dan tidak ada lagi reaksi dengan sisa karbonnya. Sebaliknya, bila rasio C/N sangat rendah maka nitrogen akan dibebaskan dan terkumpul dalam bentuk  $\text{NH}_4\text{OH}$  (Hartono, 2009). Hasil penelitian Yulistiwati (2008) yang mengukur volume biogas dari bahan baku dengan kandungan C/N berbeda yaitu 20, 25 dan 30 memperoleh hasil bahwa, produksi biogas tertinggi dihasilkan dari bahan baku yang mengandung C/N 25 dengan rata-rata produksi gas sebesar 12,75 ml per 20 ml substrat. Produksi terendah dihasilkan dari substrat/bahan baku yang memiliki kandungan C/N 20 yaitu 8 ml per 20 ml substrat.

Feses kuda menghasilkan volume biogas terbanyak jika dibandingkan dengan feses sapi, kerbau dan kambing. Hal ini diduga karena feses kuda memiliki tekstur yang lebih kasar dibandingkan feses lainnya. Dalam feses kuda, selulosa belum tercerna dengan baik seperti pada sapi, kerbau dan kambing. Jika dibandingkan dengan feses sapi, feses kuda mengandung hemiselulosa (23,5%), selulosa (27,5%), nitrogen (2,29%) lebih tinggi dibandingkan feses sapi (Sitohang, 2010 dalam Windyasmara dkk., 2012). Selain itu feses kuda memiliki kandungan BK (berat kering) lebih tinggi yaitu 94,47% dibandingkan BK feses sapi yaitu 92,12%. Hasil yang sama juga dipaparkan oleh Windyasmara dkk (2012) feses kuda menghasilkan biogas lebih banyak yaitu 121, 87 ml dibandingkan feses sapi 74,24 ml. Sejalan dengan hasil penelitian yang diperoleh oleh Mara dan Alit (2012) feses

kuda menghasilkan biogas lebih tinggi yaitu 37,087 liter, kemudian feses sapi 23,640 liter dan produksi terkecil dari feses kerbau yaitu 22,622 liter dengan menggunakan 1 kg feses.

Feses sapi dan kerbau menghasilkan volume biogas yang berbeda, dimana feses sapi lebih banyak menghasilkan biogas walaupun kandungan C/N feses sapi dan kerbau sama. Kerbau memiliki bakteri selulolitik yang lebih banyak dibandingkan sapi (Prihantoro dkk., 2010). Oleh karena itu, diperkirakan selulosa di dalam feses kerbau kadarnya lebih rendah dibandingkan feses sapi. Selain itu, pakan yang berbeda juga mempengaruhi produksi biogas yang dihasilkan (Prihantoro dkk., 2010).

Feses kambing menghasilkan volume biogas yang lebih sedikit. Hal ini kemungkinan karena feses kambing memiliki kandungan C/N yang lebih rendah. Pembentukan biogas optimum terjadi pada substrat dengan rasio C/N 20-30. Untuk memenuhi rasio C/N tersebut perlu kombinasi antar substrat (Yuwono, 2007 dalam Herawati dkk., 2010). Dalam penelitian Herawati dkk (2010) meng kombinasikan jerami padi yang rasio C/N nya 50-70 dengan sawi hijau yang memiliki C/N 12-20 untuk mendapatkan rasio C/N seimbang. Oleh karena itu, pemanfaatan feses kambing sebagai substrat dalam menghasilkan biogas, lebih baik dikombinasikan dengan substrat yang dapat menyeimbangkan kandungan C/N dalam feses kambing agar produksi biogas lebih tinggi.

Jadi, untuk menghasilkan biogas yang lebih banyak, perlu diperhatikan jenis feses yang akan dimanfaatkan. Selain kandungan C/N, ada beberapa hal yang penting untuk dipertimbangkan. Misalnya, tekstur dari feses, kandungan selulosa, kandungan berat kering di dalam feses dan komposisi bahan di dalam digester.

Faktor kedua dalam penelitian ini adalah volume cairan rumen sapi. Hasil yang dapat dikemukakan adalah penam

bahan cairan rumen terbukti dapat meningkatkan produksi biogas (Tabel 5) pada feses sapi, kambing dan kerbau, sedangkan pada feses kuda penambahan cairan rumen sapi tidak berpengaruh nyata dalam menghasilkan biogas. Di dalam cairan rumen sapi terkandung bakteri *Methano sarcina sp.* yang berperan dalam pembentukan biogas (Fithry dan Sarto, 2010). Fakta yang sama juga diungkapkan oleh Yenni dkk (2012) bahwa penambahan limbah isi rumen sapi dapat meningkatkan volume biogas yang terbentuk. Substrat yang digunakan adalah sampah sayur dan buah dengan kapasitas total bahan 30 liter mampu menghasilkan biogas sebanyak 38,13 liter dibandingkan dengan tanpa penambahan cairan rumen yaitu 21,20 liter. Selain itu, penambahan cairan rumen dapat meningkatkan kualitas biogas yang dihasilkan.

Tidak adanya pengaruh penambahan cairan rumen sapi pada feses kuda dalam menghasilkan biogas mungkin disebabkan komposisi kadar air dalam digester. Hasil penelitian Darmanto dkk (2012) memanfaatkan feses kuda sebagai substrat dengan perbandingan antara feses kuda dan air terbaik adalah 1:2. Kadar air harus diperhatikan karena jika terlalu pekat, maka partikel-partikel bahan isian di dalam digester akan menghambat aliran gas yang terbentuk pada bagian bawah digester. Konsekuensinya produksi biogas yang dihasilkan lebih sedikit. Oleh karena itu pada perlakuan kontrol masih mampu menghasilkan biogas yang setara dengan perlakuan yang ditambahkan cairan rumen. Pada perlakuan yang ditambahkan cairan rumen, jumlah air yang diberikan sedikit, sehingga berdampak pada produksi biogas yang dihasilkan.

Perlakuan kontrol atau tanpa penambahan cairan rumen menghasilkan biogas yang lebih rendah. Jumlah air yang ditambahkan pada perlakuan tanpa penambahan cairan rumen adalah 320 ml. Kelebihan air dalam komposisi bahan biogas menyebabkan campuran bersifat

heterogen, sehingga kontak antara mikroorganisme dan substrat tidak terlalu intim. Akhirnya proses penguraian terhambat dan mempengaruhi volume produksi biogas (Mara dan Alit, 2010).

Interaksi antara feses dan cairan rumen terjadi karena bakteri metanogen yang berada di dalam cairan rumen memanfaatkan sumber karbon dan nitrogen dalam feses. Produksi biogas tertinggi dihasilkan dari feses kuda dengan penambahan cairan rumen, walaupun tidak ada pengaruh yang bermakna. Interaksi tampak jelas pada feses sapi, kambing dan kerbau dimana penambahan cairan rumen dapat meningkatkan produksi biogas. Cairan rumen sebanyak 160 ml mampu meningkatkan produksi biogas, sedangkan penambahan cairan rumen sebanyak 320 ml belum mampu meningkatkan produksi biogas. Menurut Saputro dan Putri (2009) jumlah feses sapi dan cairan rumen yang setara menghasilkan interaksi yang ideal dalam menghasilkan biogas. Jika terlalu banyak cairan rumen produksi biogas belum bisa dipastikan lebih banyak karena substrat yang tersedia sedikit.

Pengamatan terhadap nyala api menunjukkan hasil yang hampir sama dengan volume biogas. Uji nyala dilakukan untuk memastikan apakah biogas mengandung gas metan atau tidak. Berdasarkan hasil penelitian, biogas yang dihasilkan mengandung gas metan karena menghasilkan nyala api berwarna biru. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Harahap (2007) gas metan ditandai dengan warna biru dalam nyala api. Gas metan memiliki kadar kalor yang cukup tinggi. Jika hasil fermentasi dapat terbakar maka kemungkinan mengandung 45% gas metan. Nyala api paling lama dihasilkan dari feses kuda dan yang tersingkat dihasilkan dari feses kambing.

Feses sapi sering dijadikan substrat untuk menghasilkan biogas. Padahal, selain feses sapi masih banyak terdapat feses ternak di Kota Padang misalnya feses kuda. Feses kuda lebih efektif menghasilkan

biogas dan nyala api yang dihasilkan juga lebih lama dan besar. Pemanfaatan limbah feses ternak dan cairan rumen sapi dapat mengurangi biaya produksi rumah tangga jika dikelola dengan baik.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan hasil sebagai berikut.

1. Jenis feses memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan volume biogas. Produksi biogas tertinggi hingga terendah dihasilkan dari feses kuda yaitu 226,56 cm<sup>3</sup>, feses sapi 71,40 cm<sup>3</sup>, feses kerbau 28,28 cm<sup>3</sup> dan yang terendah dihasilkan dari feses kambing yaitu 2,13 cm<sup>3</sup>.
2. Penambahan cairan rumen umumnya dapat meningkatkan volume biogas yang dihasilkan. Semakin banyak volume cairan rumen sapi yang ditambahkan, semakin banyak volume biogas yang dihasilkan pada feses sapi, kambing dan kerbau, sedangkan pada kotoran kuda tidak berpengaruh nyata.
3. Terdapat interaksi atau hubungan yang positif antara jenis feses dan penambahan cairan rumen terhadap produksi biogas pada feses sapi, kambing dan kerbau. Tidak terdapat interaksi antara feses kuda dan penambahan cairan rumen dalam menghasilkan biogas.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika. (2013). Hasil sensus pertanian 2013 kota padang. *Catalog BPS*: Padang.
- Bayuseno, A., P. (2009). Penerapan dan pengujian model teknologi anaerob digester untuk pengolahan sampah buah-buahan dari pasar tradisional. *Rotasi*. Vol: 11 (II). Hal. 5.
- Darmanto, Ardyanto., S, Soeparman & D, Widhiyanuriawan. (2012). Pengaruh kondisi temperature *mesophilic* (35<sup>0</sup> C) dan *termophilic* (55<sup>0</sup> C) anaerob digester kotoran kuda terhadap produksi biogas. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.3. No. 2.
- Fithry, Yulia & Sarto. (2010). Pengaruh penambahan cairan rumen sapi pada pembentukan biogas dari sampah buah mangga dan semangka. *Thesis*. Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada.
- Gerardi, M. H. (2003). *The Microbiology of Anaerobic Digester*. Canada: John Wiley and Sons, Inc.
- Harahap, V. (2007). Uji beda komposisi campuran kotoran sapi dengan beberapa jenis limbah pertanian terhadap biogas yang dihasilkan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Hartono, R. (2009). Produksi biogas dari jerami padi dengan penambahan kotoran kerbau. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia* : Bandung.
- Herawati, Astuti & A.A. Wibawa. (2010). Pengaruh pretreatment jerami padi pada produksi biogas dari jerami padi dan sampah sayur sawi hijau secara batch. *Jurnal rekayasa proses*. Vol.4. No.1
- Korompot, N.D. (2012). Energi bersih: Indonesia Mau Indonesia Mampu. *Media komunikasi kementerian energi dan sumber daya mineral*. Edisi 09. Hal.33.
- Mara, I Made dan Alit, Ida. (2011). Analisa kualitas dan kuantitas biogas dari kotoran ternak. *Jurnal Teknik*. Vol 1. No 2.
- Mujahidah. (2013). Kajian produksi biogas dari sampah basah rumah tangga. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Tadulako: Palu
- Munandar, A & Siswantu. (2011). Evaluasi dampak radioaktivitas udara di yogyakarta pasca kecelakaan pltn fukushima jepang. *Prosiding Seminar Penelitian dan*

- Pengelolaan Perangkat Nuklir*: Yogyakarta.
- Omed, H. M., D. K. Lovett, & R. F. E. Axford. (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.
- Putro, S. (2007). **Penerapan instalasi sederhana pengolahan kotoran sapi menjadi energi biogas di desa sugihan kecamatan bendosari di kabupaten sukoharjo**. *Warta*. Vol: 10(2).
- Prihantoro., T. Toharmat., D. Ewyernie., Suyani & L. Abdullah. (2012). **Kemampuan isolate bakteri pencerna serat asal rumen kerbau pada berbagai sumber hijauan pakan**. *JITV*. 17(3)189-200.
- Saputro, R.R & Dewi, A.P. (2009). **Pembuatan biogas dari limbah perternakan**. Semarang: Universitas Diponegoro. *Spin*. Hal. 1.
- Schluter, A., T. Bekel., N.N. Diaz., M.Dondrup., R. Eichenlaub., K.H. Gartemann., I. Krahn., L. Krause., H. Kromeke., O. Krause., J.H. Mussnug., H. Neuweger., K. Niehaus., A. Puhler., K.J. Runte., R. Szczepanowski., A. Tauch., A. Tilker., P. Viehover, & A. Goesmann. (2008). **The metagenome of a biogas-producing microbial community of a production-scale biogas plant fermenter analysed by the 454-pyrosequencing technology**. *Journal of Biotechnology*. 136: 77-90.
- Siregar, R.T. (2004). **Uji frekuensi pengadukan dan konsentrasi kotoran kuda terhadap produksi biogas**. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Seadi, T.A., D. Rutz., H. Prassl., M. Kottner., T. Finsterwalder., S. Volk, & R. Janssen. (2008). **Biogas**. University of Southern Denmark Esbjerg: Denmark.
- Susilowati, E. (2009). **Uji pemanfaatan cairan rumen sapi untuk meningkatkan kecepatan produksi biogas dan konsentrasi gas metan dalam biogas**. *Thesis*. Universitas Gajah Mada.
- Susono. (2010). **Saatnya kembangkan energi terbarukan**. *Media Informasi dan Komunikasi Dewan Energi Nasional*. Edisi ke II. Hlm. 13.
- Widodo, T., A. Asari. A.N. E. (2006). **Rekayasa dan pengujian reaktor biogas skala kelompok tani ternak**. *Jurnal Enjiniring Pertanian*. Vol.IV, No.1. Hal. 4.
- Wilkie, A. C. (2005). **Anaerobic digestion of dairy manure: Design and Process Considerations**. *NRAES*. 176: 301-312.
- Windyasmara, Ludfia., A. Pertiwiningrum & L.M. Yusiati. (2012). **Pengaruh jenis kotoran ternak sebagai substrat dengan penambahan serasah daun jati (*Tectona grandis*) terhadap karakteristik biogas pada proses fermentasi**. *Jurnal Perternakan*. Vol 36. No 1. Hal 40-47.
- Yazid, M & B. Aris. (2011). **Seleksi mikroba metanogenik menggunakan irradiasi gamma untuk peningkatan efisiensi proses digesti anaerob pembentukan biogas**. *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra*. Vol.14
- Yenni., Dewilda, Yommi., S.M. Sari. (2012). **Uji pembentukan biogas dari substrat sampah sayur dan buah dengan ko-substrat limbah isi rumen sapi**. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Teknik Lingkungan: UNAND
- Yulistiawati, E. (2008). **Pengaruh suhu dan C/N rasio terhadap produksi biogas berbahan baku sampah organik sayuran**. *Skripsi*. IPB.