

**PENGARUH VARIASI JENIS LIMBAH KULIT PISANG
DENGAN KOTORAN SAPI TERHADAP HASIL PRODUKSI BIOGAS**

***THE EFFECT OF VARIATIONS IN TYPES OF BANANA PEEL WASTE
AND COW DUNG ON BIOGAS PRODUCTION***

Arlina, Jeanette Mutiara P. Saudale, Dwi Ana Anggorowati*
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional (ITN)
Jl. Bendungan Sigura-gura 02, Malang, 65145, Indonesia
*anggoro_dwiana@yahoo.com

Abstrak

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan variasi limbah kulit pisang dan kotoran sapi terhadap biogas yang dihasilkan. Variasi yang digunakan yaitu campuran kotoran sapi dengan kulit pisang ambon, kepok dan raja dengan perbandingan berturut-turut 1:7, 1:5, 1:4. Campuran bahan dimasukkan ke dalam bioreaktor sederhana yang kedap udara dan selanjutnya dilakukan tahap proses fermentasi selama 15 hari. Kemudian dilakukan pengecekan suhu, dan volume gas yang dihasilkan setiap hari serta dilakukan pengecekan terhadap pH akhir. Dari hasil penelitian didapatkan volume gas terbanyak yaitu 409 mL pada hari ke-9 yaitu dari campuran kotoran sapi dan kulit pisang raja dengan perbandingan 1:4. Untuk nilai pH diawal terhadap semua variasi kulit pisang berada pada range 6,9-7,5 dan untuk nilai pH akhir berada pada range 5,1-5,8 hal ini berarti ketiga bioreaktor menunjukkan pH akhir dalam keadaan asam. Kemudian untuk uji nyala di dapat hasil uji nyala pada R1 (kulit pisang ambon) menghasilkan nyala api biru kemerahan kemudian pada R2 (kulit pisang kepok) dan R3 (kulit pisang raja) menghasilkan nyala api biru, berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa produksi biogas terbaik diperoleh dari variasi kulit pisang raja.

Kata kunci: Biogas, Fermentasi Metanogenik, Limbah Kulit Pisang, Kotoran Sapi

Abstract

Banana peel is a waste material (banana fruit waste) which is quite large in number so that it can be used as a raw material for making biogas. This study aims to determine the effect of different variations of banana peel waste and cow dung on the biogas produced. The variation used was a mixture of cow dung with banana skins of Ambon, Kepok and Raja with successive ratios of 1: 7, 1: 5, 1: 4. The mixture of ingredients is put into a simple airtight bioreactor and then the fermentation process is carried out for 15 days. Then check the temperature and volume of gas produced every day and check the final pH. The results showed that the highest volume of gas was 409 mL on the 9th day, namely from a mixture of cow dung and plantain skin with a ratio of 1: 4. The initial pH value for all variations of banana peel is in the range of 6.9-7.5 and for the final pH value is in the range 5.1-5.8, this means that the three bioreactors show the final pH is acidic. Then for the flame test, the results of the flame test on R1 (Ambon banana peel) produce a reddish blue flame then R2 (Kepok banana peel) and R3 (plantain peel) produce a blue flame, based on the results of the research that has been done, conclusions can be drawn that the best biogas production is obtained from the variety of plantain peels.

Keywords: Biogas, methanogenic fermentation, banana peel waste, cow dung

Pendahuluan

Saat ini kebutuhan bahan bakar minyak dari waktu ke waktu semakin meningkat, yang mana mengakibatkan meningkatnya harga minyak mentah dan diiringi dengan subsidi BBM yang tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya kajian terhadap energi alternative yang cocok dan dapat di produksi di Indonesia (Megawati, 2015). Solusi yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan limbah dalam pembuatan biogas, yang mana biogas disini merupakan energi yang layak digunakan baik secara teknis, sosial, maupun ekonomis. Adapun limbah peternakan merupakan salah satu sumber bahan utama pembuatan biogas (Mara, 2012).

Biogas adalah salah satu energi alternative yang cocok dan dapat di produksi di Indonesia. Yang mana biogas ini merupakan suatu gas yang dihasilkan secara mikrobiologi anaerobik dari limbah organik. Pada biogas terdapat campuran metana CH_4 (55-70%), CO_2 (25-50%), H_2O (1-5%), H_2S (0-0,5%), N_2 (0-5%) dan NH_3 (0-0,05%) (Herawati, 2010).

Pembuatan energi alternative biogas relative mudah, karena dapat menggunakan bahan organik sebagai bahan dasarnya, dengan mengfungsikan drum bekas sebagai unit reaktor biogas, dan untuk membantu agar proses pendegradasi sampah organik berjalan dengan cepat, dilakukan penghalusan atau sampah organik terlebih dahulu dicincang sebelum memasuki reaktor (Sutrisno, 2010).

Adapun kulit pisang yang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata dan hanya di buang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau (Bahri, 2018).

Penelitian sebelumnya yang membuat biogas dari kulit pisang yang berjudul "Pengaruh Ampas Kelapa dan Kulit Pisang Terhadap Produksi Biogas dari Kotoran Sapi" oleh Adam Fairuz, dkk (2015). Adapun variable yang digunakan yakni jenis limbah yang digunakan (kulit pisang dan ampas kelapa), dan dibuat 6 perlakuan dengan perbandingan antara kotoran sapi, kulit pisang dan ampas kelapa. Jugs variable lainnya adalah komposisi biogas yang dihasilkan, pengukuran pH diawal dan di akhir, waktu fermentasi selama 1-30 hari. Hasil yang di dapat pada pembuatan biogas dengan 6 perlakuan, 5 diantaranya (A, B, C, D, E) memiliki C/N rasio di bawah standar 20-30 dan hanya perlakuan F yang memiliki C/N raso dalam kisaran standar. menghasilkan komposisi gas sebesar 54,03% volume gas. Adapun total produksi biogas berkisaran antara 5738 hingga 7918 ml, dengan uji nyala hanya pada perlakuan F yang berhasil menyala dengan api berwarna biru.

Oleh karena dari hasil beberapa penelitian terdahulu tentang pemanfaatan limbah kulit pisang dan kotoran sapi dalam proses pembuatan biogas, maka kami hendak melakukan penelitian tentang pembuatan biogas dari kotoran sapi dengan variasi pemberian beberapa jenis limbah kulit pisang yaitu kulit pisang ambon, kapok dan raja yang dilakukan secara anaerobik.

Kulit Pisang

Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata dan hanya di buang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau (Bahri, 2018).Limbah kulit pisang bisa menjadi permasalahan limbah di alam karena akan meningkatkan keasaman tanah dan mencemarkan lingkungan (Retno, 2011). Maka dari itu kulit pisang dapat menjadi pertimbangan sebagai bahan baku biomassa untuk produksi energi.

Tabel 1. Karakteristik Komposisi Bahan Kimia Beberapa Jenis Kulit Pisang

Karakteristik Kimia	Komposisi Jenis Pisang (%)		
	Ambon	Kepok	Raja
Kadar Air	69,93	69,45	61,60
Kadar Abu	3,22	2,56	4,23
Kadar Lemak	1,38	0,98	3,41
Protein	1,30	1,50	3,12
Kadar	12,02	10,44	9,55
Serat Karbohidrat	25,09	25,35	27,64
Pektin	1,00	1,08	1,08

(Proverawati, 2019).

Kotoran Sapi

Limbah ternak yang merupakan sumber mikroorganisme dan mengandung bahan organik yang potensial dapat mencemari lingkungan. Limbah ternak memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yaitu biogas (Lestari, 2016).

Kotoran sapi merupakan substrat yang dianggap paling cocok sebagai sumber pembuat biogas, karena substrat tersebut telah mengandung bakteri penghasil gas metan yang terdapat dalam perut hewan ruminansia. Keberadaan

bakteri di dalam usus besar ruminansia tersebut membantu proses fermentasi, sehingga proses pembentukan gas bio pada tangki pencerna dapat dilakukan lebih cepat (Irawan, 2016).

Tabel 2. Karakteristik Kotoran Sapi

Komponen	Massa (%)
Total padatan	3-6
Total padatan <i>Volatile</i>	80-90
Total kjeldahl nitrogen	2-4
Selulosa	15-20
Lignin	5-10
Hemiselulosa	20-25

(Prihutama, 2017).

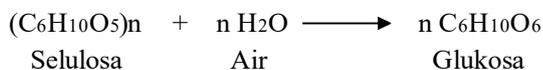
Proses Pembentukan Biogas

Penggunaan metode anaerobik adalah metode yang paling sering digunakan karena menghasilkan gas metana dan sisa limbah cair yang kaya nutrisi seperti nitrogen dan fosfor (Fitri 2018). Proses penguraian secara anaerobik terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :

a. Hidrolisis

Hidrolisis adalah penguraian bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi bentuk sederhana (Dianawati, 2015). Bahan-bahan organik seperti selulosa, polisakarida dan lemak diubah menjadi bahan yang larut air seperti karbohidrat dan asam lemak (Prihutama, 2017). Pada tahap hidrolisis, mikroorganisme yang berperan adalah enzim ekstraselular seperti selulose, amilase, protease dan lipase (Suyitno, 2010).

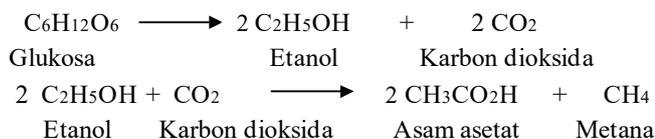
Reaksi :



b. Asidogenesis (Pengasaman)

Asidogenesis adalah tahapan dimana produk- produk yang dihasilkan dari proses hidrolisis dikonversi oleh bakteri asidogenik menjadi substrat metanogenik (Clinton, 2015). Pada tahap ini bakteri akan menghasilkan asam yang akan berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat (CH₃COOH), H₂ dan CO₂ (Suyitno, 2010). Pada tahap ini Gula sederhana, asam amino, dan asam lemak terdegradasi menjadi asetat, karbondioksida dan hidrogen (70%) serta menjadi *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan alkohol (30%) (Megawati, 2015). Tahap ini berlangsung pada suhu 25°C

Reaksi :



c. Metanogenesis

Metanogenesis adalah tahapan paling akhir dimana bakteri metanogenik atau bakteri pembentuk metan menghasilkan gas metan, karbondioksida, dan sedikit gas lain (Clinton, 2015). Pada tahap pembentukan gas CH₄, bakteri yang berperan adalah bakteri *methanogenesis* (bakteri metana). Kelompok bakteri metana, yaitu dari jenis *methanobacterium*, *methanobacillus*, *methanosacaria*, dan *methanococcus*. Bakteri ini membutuhkan kondisi kedap udara dengan temperatur optimum antara 25°C-35°C dan Kisaran pH adalah 6,5-7,5 (Suyitno, 2010).

Metanogenesis merupakan langkah penting dalam seluruh proses anaerobik, karena metanogenesis merupakan reaksi biokimia paling lambat. Proses metanogenesis sangat dipengaruhi olehkomposisi bahan baku, perbandingan makanan, temperatur, dan nilai pH,*Overload digester* dan masuknya oksigen dalam jumlah besar dapat mengakibatkan penghentian produksi metana.

Reaksi :



Adapun berikut ini faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pembentukan biogas

1. Derajat keasaman (pH)

pH optimal yang dibutuhkan pada pengolahan biogas adalah pada *range* 6,6 – 7,5 (Yunus, 1991). Setiap mikroba yang terlibat dalam degradasi anaerobic memiliki rentang pH tertentu agar tumbuh secara

- optimal. pH optimal untuk bakteri asidogen sekitar 6, untuk bakteri asetogen dan metanogen memiliki pH optimal sekitar 7.
2. Suhu
Range temperatur yang digunakan pada digester anaerobik adalah mesofilik (25-40°C) dan termofilik (50-60°C). Instalasi biogas menggunakan temperatur mesofilik karena pengoperasiannya relatif lebih mudah. Bila dilakukan pada suhu termofilik, maka harus memiliki kendali temperatur yang ketat.
 3. Nutrisi
Biodegradasi yang efektif dan efisien membutuhkan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, serta unsur-unsur yang lain dalam jumlah yang cukup. Nutrisi digunakan untuk membangun sel-sel yang membentuk mikroorganisme dan menghasilkan biogas.
 4. Keracunan dan hambatan
Bakteri metanogen merupakan mikroorganisme yang sangat sensitif terhadap toksisitas. Selain itu, bakteri metanogen juga sensitif terhadap oksigen (Fitri, 2018).
 5. Perbandingan C-N bahan isian
Rasio C-N adalah perbandingan kadar karbon(C) dan kadar Nitrogen (N) dalam satuan bahan. Semua makhluk hidup terbuat dari sejumlah besar bahan Karbon (C) dan Nitrogen (N) dalam jumlah kecil.
 6. Kandungan bahan kering
Bahan isian dalam pembuatan biogas harus berupa bubur. Bentuk bubur ini dapat diperoleh bila bahan bakunya mempunyai kandungan air yang tinggi. Bahan baku dengan kadar air yang rendah dapat dijadikan berkadar air tinggi dengan menambahkan air ke dalamnya dengan perbandingan tertentu sesuai dengan kadar bahan kering bahan tersebut (Wiratmana, 2012)..

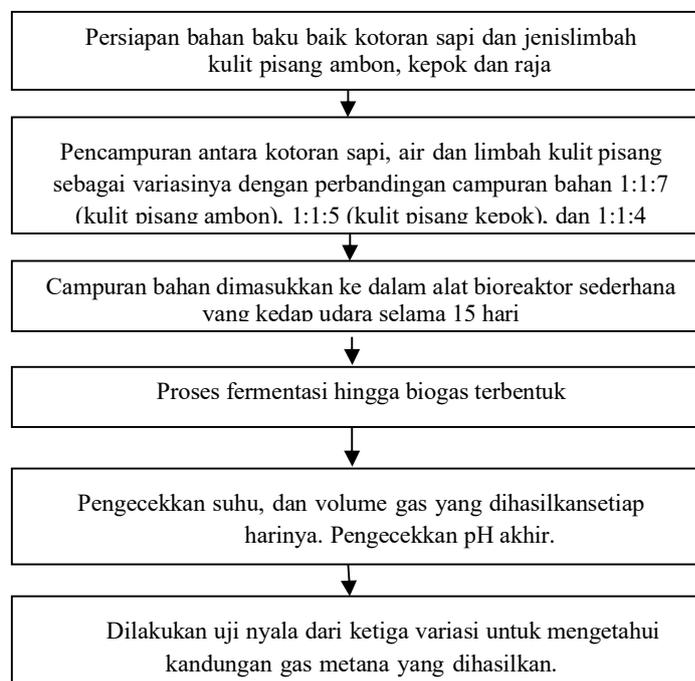
Metodologi Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan yaitu, galon, *Urine Bag*, selang penghubung, termometer, gelas ukur, toples dan pH meter. Dan bahan yang digunakan terdiri dari kotoran sapi, air, dan limbah kulit pisang (pisang kapok, pisang raja, pisang ambon).

Variabel Penelitian

- Suhu : Suhu kamar (antara 20-25 °C)
- pH : 6,6-7,5
- Perbandingan campuran bahan : 1:1:7, 1:1:5, 1:1:4
- Bahan baku yang digunakan : Kotoran sapi dan air
- Jenis limbah : Kulit pisang ambon (R1), kulit pisang kapok (R2), dan kulit pisang raja (R3)
- Waktu fermentasi : 1-15 hari

Diagram Alir



Hasil

Hasil Analisa Awal C/N

Berikut ini merupakan tabel kadar N total, C-organik dan ratio C/N yang di dapat dari hasil analisa oleh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur.

Tabel 3. Hasil Analisa kadar N total, C-organik dan ratio C/N

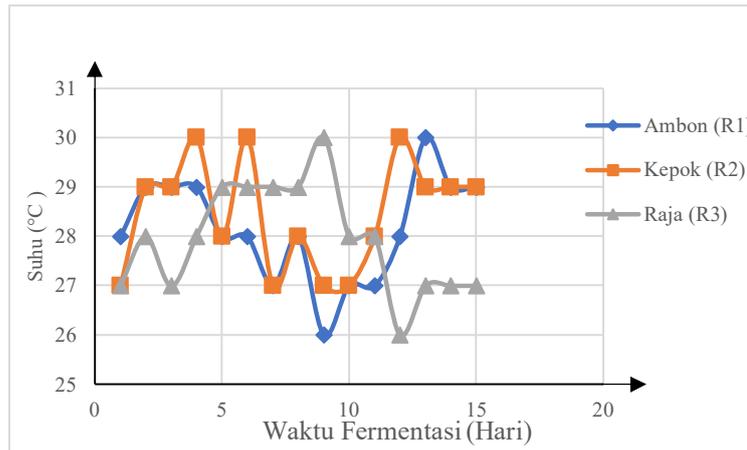
No	Sampel	N total (%)	C-organik (%)	Ratio C/N
1	Kulit Pisang Raja	0,07	1,81	25,85
2	Kulit Pisang Kepok	0,05	2,08	41,60
3	Kulit Pisang Ambon	0,04	1,63	40,75
4	Kotoran Sapi	0,31	6,22	20,06

Sumber : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur

Dari tabel di atas, dapat diketahui perbandingan kotoran sapi dan masing-masing kulit pisang dengan menggunakan perhitungan. Sehingga untuk pebandingan kotoran sapi dan kulit pisang raja di dapat 1:4, kotoran sapi dan kulit pisang kepok di dapat 1:5, kotoran sapi dan kulit pisang ambon di dapat 1:7.

Pengaruh Suhu Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan

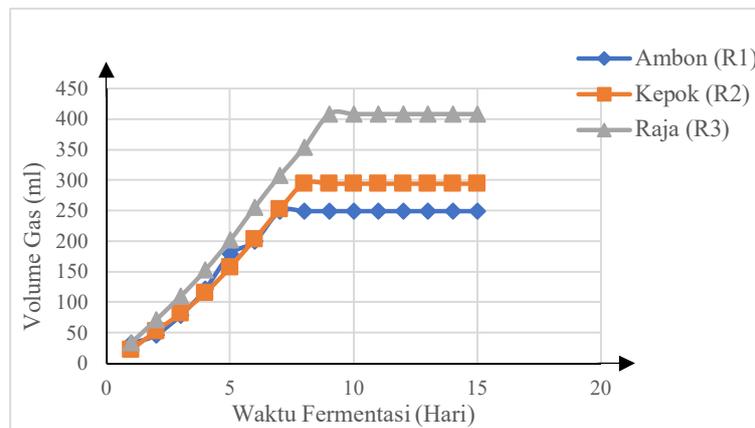
Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa pada rentang suhu di ketiga digester tersebut selama waktu fermentasi yakni 15 hari menunjukkan adanya komunitas mikroorganismenya dalam digester anaerobik yaitu komunitas mikroorganismenya mesofilik dengan range temperature 25-40 °C (Wiratmana, 2012). Adapun dalam penelitian ini terjadi beberapa kali perubahan suhu yang signifikan seperti pada digester R3 yaitu dari suhu 30°C di hari ke-9 yang kemudian turun hingga 28°C di hari ke-10, yang mana setelah penurunan ini gas yang dihasilkan tidak lagi bertambah. Menurut Haryanto (2019) bakteri metanogenik sangat sensitif terhadap perubahan suhu, yang mana penurunan 1-2°C akan dapat mengakibatkan menurunnya produksi biogas.



Gambar 1. Hubungan antara suhu dan volume gas yang dihasilkan dari variasi perbandingan jenis kulit pisang dan Kotoran sapi

Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Volume Biogas yang Dihasilkan

Penelitian ini menunjukkan bahwa selama waktu fermentasi dari ketiga variasi yaitu R1 (kulit pisang ambon), R2 (kulit pisang kepok) dan R3 (kulit pisang raja) menghasilkan volume gas berturut-turut di hari ke-8, ke-7 dan ke-9. Akan tetapi dihari berikutnya volume biogas tidak lagi terbentuk, hal ini menunjukkan bahwa bakteri metanogen dapat berkerja secara efektif di hari ke-7 hingga hari ke-9.



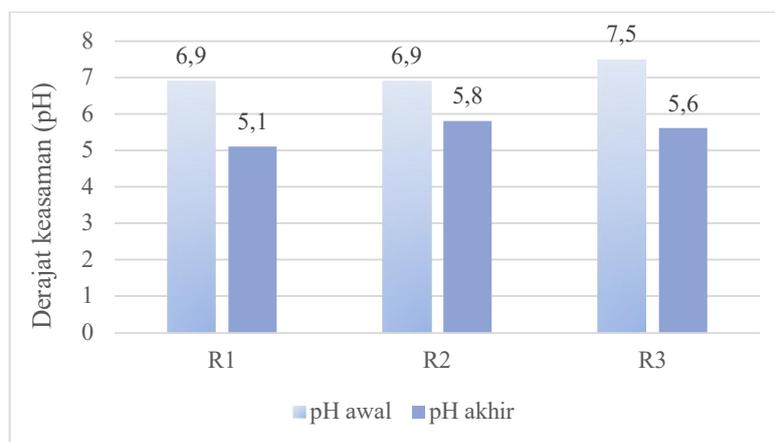
Gambar 2. Hubungan antara volume gas yang di dihasilkan dan lama waktu fermentasi dari variasi perbandingan jenis kulit pisang dan Kotoran sapi

Proses fermentasi bakteri pembentukan biogas (metanogen) pada awalnya mengalami masa penyesuaian dengan bahan baku di dalam digester, dan kemudian akan mengalami masa pertumbuhan karena adanya pemanfaatan nutrisi hingga dapat dihasilkan produksi biogas maksimal. Lalu di tahap akhir, fermentasi akan memasuki fase dimana bakteri mulai kekurangan nutrisi dan mengalami kematian sehingga produksi biogas yang terbentuk akan mulai menurun. Selain itu, jumlah volume biogas yang dihasilkan tidak hanya dipengaruhi oleh variasi jenis maupun konsentrasi substrat dan suhu lingkungan saja, akan tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti pH substrat, komposisi bahan organik, dan mikroorganisme (Kurniawan 2016).

Dari ketiga variasi kulit pisang yang menghasilkan volume biogasterbanyak adalah campuran kotoran sapi dan kulit pisang raja (R3) (1:4) pada hari ke-9 yaitu sebanyak 409 mL, hal ini disebabkan karena pada kulit pisang raja memiliki kadar C/N lebih rendah dibandingkan kulit pisang ambon dan kulit pisang kepok, dimana salah satu faktor yang mempengaruhi proses fermentasi biogas adalah kadar C/N, dimana kadar C/N tiap komponen haruslah berkisar antara 20-30 sehingga unsur-nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba pembentuk biogas harus tersedia secara seimbang (Wiratmana, 2012).

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan parameter penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba selama fermentasi anaerobik. pH digester harus dijaga dalam kisaran 6,8–7,2 (Yadvika, 2004). Pengukuran pH dilakukan diawal sebelum proses fermentasi dan diakhir setelah proses fermentasi (15 hari), yaitu pengukuran pH awal dilakukan sebelum bahan dimasukkan ke dalam bioreaktor terlebih dahulu dilakukan pengecekan pH awal, kemudian untuk pH akhir dilakukan pada akhir penelitian dilakukan pengecekan pH akhir setelah proses fermentasi anaerob.



Gambar 3. Pengaruh Nilai pH awal dan pH akhir terhadap Proses pembentukan Biogas

Berdasarkan hasil pengamatan pada gambar 3 menunjukkan perubahan pH yang terjadi sebelum dan sesudah proses fermentasi anaerob. Pada R1 (kulit pisang ambon) mempunyai nilai pH awal 6,9 dan pH akhir 5,1. Pada R2 (kulit pisang kepok) mempunyai nilai pH awal 6,9 dan pH akhir 5,8. Pada R3 (kulit pisang raja) mempunyai nilai pH awal 7,5 dan pH akhir 5,6. Hal ini berarti ketiga bioreaktor menunjukkan pH akhir dalam keadaan asam. Kondisi substrat dengan keadaan sangat asam atau nilai pH yang rendah akan menyebabkan proses produksi gas metana terhenti karena kondisi mikroba dalam bioreaktor tidak memperoleh nutrisi dengan baik sehingga mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum. Menurut Khaerunnisa (2013) pertumbuhan bakteri penghasil gas metana akan baik bila pH berada pada keadaan basa yaitu 6,5 sampai 7. Apabila pH dibawah 6,5 maka aktivitas bakteri metanogen akan menurun dan apabila dibawah 5,0 maka fermentasi akan terhenti.

Proses fermentasi dapat berlangsung dalam keadaan normal dan anaerobik, sehingga pH akan secara otomatis berkisar antara 7-8,5. Jika pH lebih tinggi dari 8,5 akan mengakibatkan pengaruh yang negatif pada populasi bakteri metanogen, sehingga akan mempengaruhi laju pembentukan biogas dalam reaktor. Dimana hal ini sudah sesuai dengan R3 (kulit pisang raja) memiliki pH awal 7,5. Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi masih dapat berjalan dengan kondisi pH 6,8-8,5 dengan kondisi terbaik berada pada kisaran pH 7. Produksi asam yang berlebihan dapat menghambat bakteri metanogen, karena bakteri metanogen sangat sensitif terhadap konsentrasi asam di dalam digester dan pertumbuhannya dapat dihambat oleh kondisi asam (Verma, 2002).

Uji nyala

Uji nyala merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kandungan gas metana yang dihasilkan dari proses pembuatan biogas. Uji nyala ini dilakukan dengan cara membakar langsung ujung selang atau ujung selang tersebut didekatkan pada sumber api. Pada uji nyala R1 (kulit pisang ambon) menghasilkan api berwarna biru kemerahan, hal ini menunjukkan bahwa api yang dihasilkan dari R1 memiliki kandungan metana yang sedikit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ayu (2018), bahwa kandungan gas metana yang masih sangat sedikit dan mengandung lebih banyak gas-gas pengotor lainnya maka warna api yang dihasilkan adalah cenderung kemerah-merahan. Menurut Uwar dkk (2012) bahwa Kadar CO₂ juga berpengaruh terhadap pembakaran CH₄. Pembakaran bahan bakar tanpa CO₂ akan menghasilkan api berwarna biru sedangkan dengan penambahan CO₂ akan menghasilkan api berwarna kuning kemerahan yang menunjukkan pembakaran tidak sempurna.

Pada Uji nyala R2 (kulit pisang kepok) menghasilkan nyala api berwarna biru, kemudian pada R3 (kulit pisang raja) juga menghasilkan nyala api berwarna biru yang menandakan bahwa terdapat gas metana pada uji nyala R2 dan R3. Hal ini sesuai dengan penelitian Fairuz (2015) yang menyatakan nyala api yang berwarna biru menunjukkan bahwa kandungan metana sangat tinggi dibandingkan dengan kandungan gas lain selain metana. Menurut Ilhsan (2013) bahwa uji nyala yang menghasilkan warna biru menunjukkan adanya unsur metana di dalam biogas dan diperkirakan kandungan metana dalam gas sekitar 45%



Uji nyala biogas (R1)



Uji nyala biogas (R2)



Uji nyala biogas (R3)

Gambar 4. Gambar Uji Nyala gas yang di hasilkan dengan variasi perbandingan jenis kulit pisang dan Kotoran sapi

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembuatan biogas dari campuran kotoran sapi dan beberapa jenis kulit pisang (ambon, kepok dan raja), yang memiliki volume biogas terbanyak adalah campuran kotoran

sapi dan kulit pisang raja (1:4) pada hari ke-9 yaitu sebanyak 409 mL. Dengan nilai pH awal untuk semua variasi kulit pisang berada pada range 6,9-7,5 dan untuk nilai pH akhir berada pada range 5,1-5,8 hal ini berarti ketiga bioreaktor menunjukkan pH akhir dalam keadaan asam. Selain itu di dapat hasil uji nyala pada R1 (kulit pisang ambon) menghasilkan nyala api biru kemerahan kemudian pada R2 (kulit pisang kepok) dan R3 (kulit pisang raja) menghasilkan nyala api biru, berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa produksi biogas terbaik diperoleh dari variasi kulit pisang raja.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang atas dukungan finansialnya pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Bahri, Syamsul., dkk. 2018. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi Menggunakan Ragi Roti*. Aceh : Universitas Malikusaleh
- Fitri, Medya Ayunda & Dhaniswara, Trisna Kumala. 2018. *Pemanfaatan Kotoran Sapi dan Sampah Sayur pada Pembuatan Biogas dengan Fermentasi Sampah Sayuran*. Sidoarjo : Universitas Nadlatul Ulama. Vol.4 No. 1
- Herawati, Dewi Astuti. 2010. *Pengaruh Pretreatment Jerami Padi pada Produksi Biogas dari Jerami Padi dan Sampah Sayur Sawi Hijau Secara Batch*. Surakarta: Universitas Setia Budi. Vol. 4 No.1.
- Irawan, Dwi & Suwanto, Eko. 2016. *Pengaruh EM-4 (Effective Microorganisme) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi*. Lampung: Universitas Muhammadiyah Metro. Vol. 5 No. 1.
- Lestari, Silvia., dkk. 2016. *Analisis Jumlah Bakteri Anaerob dan Proporsi Gas Metana pada Proses Pemebentukan Biogas dari Feses Sapi Perah dalam Tabung Hungate*. Bandung : Universitas Padjajaran
- Prihutama, Faiz Akbar., dkk. 2017. *Pemanfaatan Biogas sebagai Energi Alternatif Ramahlingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta*. Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Retno, Dyah Tri. 2016. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. ISSN 1693 – 4393
- Suyitno, dkk. 2010. *Teknologi Biogas*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Wiratmana, I Putu Awing., dkk. 2012. *Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering Terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi*. Bali : Universitas Udayana