

**PENGARUH KADAR KEASAMAN (pH) TERHADAP PRODUKSI BIOGAS
DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN KOTORAN HEWAN DAN SUBSTRAT
KENTANG BUSUK PADA REAKTOR ANAEROB**

***THE INFLUENCE OF ACIDITY LEVEL (pH) TO PRODUCTION OF BIOGAS BY
USING MIXED ANIMAL WASTE AND SUBSTRATE OF ROTTEN POTATOES IN
THE ANAEROB REACTOR***

Satria Pambudi¹, M. Ramdhan Kirom, S.Si., M.Si.², Dr. Eng. Asep Suhendi, S.Si., M.Si.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Bandung

satpam.cool@gmail.com¹, jakasantang@gmail.com², as.suhendi@gmail.com³

Abstrak

Biogas merupakan produk akhir pencernaan atau degradasi anaerobik bahan – bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme anaerob dalam lingkungan yang kedap udara atau bebas dari oksigen. Penggunaan limbah sebagai bahan baku untuk penelitian ini berupa limbah kotoran ternak yaitu kotoran sapi dan kentang yang dibusukkan. *Biogas* memiliki kondisi optimum sebagai patokan apakah produksi suatu biogas sesuai dengan kriteria atau tidak, salah satunya tentang pengkondisian derajat keasaman (pH). Dengan menggunakan larutan NaOH, variasi nilai pH yang dikondisikan yaitu 6.8, 7.0, 7.2 dan 7.4. Dari hasil pengukuran yang dilakukan diketahui bahwa lama waktu produksi gas (*Hydraulic Retention Time*) dari setiap nilai pH berbeda, dengan pH 6.8 memiliki nilai HRT 29 kali pengukuran. Untuk pH 7.2 memiliki nilai HRT 27 kali pengukuran, sedangkan pH 7.0 dan pH 7.4 sama-sama memiliki nilai HRT 26. Dengan total volume gas pH 6.8 sebesar 2040 mL, total volume gas pH 7.0 sebesar 1880 mL dan untuk total volume gas pH 7.2 dan pH 7.4 sama besar yaitu 1670 mL. Untuk hasil uji kandungan gas metana tidak terlalu bagus, dengan pH 6.8 tertinggi dari yang lainnya yaitu 0.002 %.

Kata Kunci: Biogas, bahan baku, derajat keasaman (pH), HRT, volume gas, kandungan gas

Abstract

Biogas is the final product of digestion or anaerobic degradation of organic matter carried out by anaerobic microorganisms in an air-free or oxygen-free environment. The use of waste as a raw material for this research in the form of livestock manure is cow manure and decomposed potatoes. Biogas has an optimum condition as a benchmark whether the production of biogas in accordance with the criteria or not, one of them about conditioning the degree of acidity (pH). By using the NaOH solution, the variation of pH values conditioned were 6.8, 7.0, 7.2 and 7.4. From the measurement results, it is know that the duration of gas production (Hydraulic Retention Time) of each pH value is different, with pH 6.8 having HRT value 29 times the measurement. For pH 7.2 has an HRT value of 27 times the measurement, whereas pH 7.0 and pH 7.4 have an HRT value of 26. With a total gas volume of pH 6.8 is 2040 mL, the total gas volume of pH 7.0 is 1880 mL and for total gas volume pH 7.2 and pH 7.4 as large as 1670 mL. For the test results of methane gas content is not very good, with the highest pH 6.8 from the other is 0.002%.

Keywords: Biogas, raw material, acidity degree (pH), HRT, gas volume, gas content

1. Pendahuluan

Biogas merupakan produk akhir pencernaan atau degradasi anaerobik bahan – bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme anaerob dalam lingkungan yang kedap udara atau bebas dari oksigen. Komposisi dari *biogas* berupa gas *methane* (CH₄), karbondioksida (CO₂), serta sejumlah kecil gas berupa H₂, N₂ dan H₂S. *Methane* pada *biogas* apabila dibakar relatif akan lebih bersih dari pada batubara dan dapat menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbondioksida yang lebih sedikit. Penggunaan limbah sebagai bahan baku untuk *biogas* membutuhkan beberapa metode diantaranya, pengumpulan, penyiapan, penanganan dan penyimpanan yang memadai. Pemilihan metode tersebut didasari oleh sifat dan jumlah bahan baku yang bervariasi, dengan sifat bahan baku itu sendiri berupa padatan dan semi padatan (cairan) [1]. Bahan baku yang dapat digunakan salah satunya berasal dari limbah buah dan sayur, yaitu berupa kentang yang sudah membusuk. Kentang (*Solanum tuberosum.L*) merupakan komoditas umbi-umbian yang banyak mendapat perhatian karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Kebutuhan akan kentang terus meningkat setiap tahun sejalan dengan

meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku kentang. Komposisi kimia kentang sangat bervariasi tergantung varietas, tipe tanah, cara budidaya, cara pemanenan, tingkat kemasakan dan kondisi penyimpanan [2].

Tabel 1.1 Komposisi kimia kentang tiap 100 gram [2]

Komponen	Jumlah
Protein (gram)	2.00
Lemak (gram)	0.10
Karbohidrat (gram)	19.10
Kalsium (miligram)	11.00
Fosfor (miligram)	56.00
Serat (gram)	0.30
Zat besi (miligram)	0.70
Vitamin B1 (miligram)	0.09
Vitamin B2 (miligram)	0.03
Vitamin C (miligram)	16.00
Niasin (miligram)	1.40
Energi (kalori)	83.00

2. Dasar Teori

2.1 Biogas

Hasil akhir dari aktivitas anaerobik yang berasal dari bahan – bahan organik diantaranya kotoran manusia dan hewan, limbah buah dan sayur, limbah rumah tangga, atau limbah organik yang sudah dalam kondisi anaerobik yaitu berupa *biogas*. Kandungan utama dalam *biogas* adalah metana dan karbon dioksida. Kandungan metana yang ada pada *biogas* apabila terbakar relatif akan lebih bersih dibandingkan dengan batu bara, dan dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit, maka akan menghasilkan energi yang lebih besar. *Biogas* memiliki peranan penting dalam manajemen limbah karena kandungan gas metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya dalam pemanasan global jika dibandingkan dengan karbon dioksida. Karbon dalam *biogas* adalah karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga apabila dilepaskan kembali ke atmosfer maka tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer jika dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil [3].

2.2 Langkah-Langkah Pembentukan Biogas

2.2.1 Hidrolisis

Pada tahap hidrolisis, bahan organik dienzimatik secara eksternal oleh enzim ekstraselular (*selulose*, *amilase*, *protease* dan *lipase*) mikroorganismenya. Bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Sebagai contoh, polisakarida diubah menjadi monosakarida, sedangkan protein diubah menjadi peptida dan asam amino [4].

2.2.2 Asidifikasi

Pada tahap ini bakteri menghasilkan asam, mengubah senyawa rantai pendek hasil proses pada tahap hidrolisis menjadi asam asetat (CH_3COOH), hidrogen (H_2) dan karbon dioksida (CO_2). Bakteri tersebut merupakan bakteri anaerobik yang dapat tumbuh dan berkembang pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentukan gas metana oleh mikroorganismenya pada proses selanjutnya. Selain itu bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, hidrogen sulfida dan sedikit gas metana [4].

2.2.3 Pembentukan Metana

Pada tahap ini bakteri metanogenik mendekomposisikan senyawa dengan berat molekul yang rendah menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih tinggi. Sebagai contoh bakteri ini menggunakan hidrogen, karbon dioksida dan asam asetat untuk membentuk metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Bakteri penghasil asam dan gas metana bekerjasama secara simbiosis. Bakteri penghasil asam membentuk keadaan atmosfer yang ideal untuk bakteri penghasil metana. Sedangkan bakteri pembentuk gas metana menggunakan asam yang dihasilkan bakteri penghasil asam. Tanpa adanya proses simbiotik tersebut, akan menciptakan kondisi *toxic* (beracun) bagi mikroorganismenya penghasil asam [4].

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas

2.3.1 Kondisi Lingkungan

Lingkungan yang digunakan untuk dapat menghasilkan *biogas* harus dalam keadaan anaerob, yaitu keadaan dimana lingkungan tersebut hampa udara. Apabila terjadi kebocoran pada reaktor, maka gas metana tersebut tidak akan terbentuk.

2.3.2 Jenis Bakteri

Terdapat tiga jenis bakteri yang memiliki pengaruh pada pembuatan *biogas* yaitu bakteri pembentuk asam, bakteri pembentuk asetat dan bakteri pembentuk gas metana. Bakteri pembentuk asam tersebut akan memecah bahan organik menjadi asam lemak, lalu bakteri pembentuk asetat akan mengubah asam lemak dan senyawa netral yang lebih besar dari metanol menjadi asetat dan hidrogen. Kemudian diuraikan kembali lebih lanjut menjadi *biogas* oleh bakteri pembentuk metana.

2.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau yang disebut dengan pH (*Power of Hydrogen*), apabila terlalu asam atau terlalu basa maka akan sangat mempengaruhi kinerja dari mikroorganisme. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan menyebutkan bahwa salah satu faktor penting dalam proses fermentasi anaerob adalah pH. pH dalam digester harus dijaga pada kisaran 6.8 – 7, dimana proses *anaerobic digestion* berlangsung pada kisaran pH 6 – 8 dengan pH optimal kurang lebih 7 [5].

2.3.4 Temperatur

Temperatur lingkungan sangat mempengaruhi aktif atau tidaknya bakteri yang berperan pada pembuatan *biogas*. Karena jika temperatur terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan kurang atau tidak aktifnya mikroorganisme penghasil *biogas*.

2.3.5 HRT (*Hydraulic Retention Time*)

HRT adalah rata – rata waktu yang dihabiskan oleh bahan baku yang dimasukkan ke dalam reaktor sampai sebelum dikeluarkan kembali. Di negara – negara tropis, HRT memiliki variasi dari 30 – 50 hari. Sementara di negara – negara dengan iklim yang lebih dingin mungkin akan naik menjadi 100 hari [6].

2.4 Limbah untuk biogas

2.4.1 Kotoran Sapi

Kotoran sapi merupakan bahan baku yang ideal sebagai penghasil *biogas* maupun sebagai *biostarter* dalam proses fermentasi. Karena kotoran sapi tersebut telah mengandung bakteri penghasil gas metana yang terdapat dalam perut hewan *ruminansia* (pemamah biak) [7].

2.4.2 Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum L.*) merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang bergizi. Zat gizi yang terdapat dalam kentang antara lain karbohidrat, mineral (besi, fosfor, magnesium, natrium, kalsium dan kalium), protein, serta vitamin terutama vitamin C dan B1. Selain itu, kentang juga mengandung lemak dalam jumlah yang relatif kecil, yaitu 1.0 – 1.5 % [2].

2.5 Reaktor Biogas

Reaktor *biogas* atau yang biasa disebut dengan digester merupakan peralatan utama yang digunakan dalam pembuatan *biogas*. Disebut pula dengan istilah bioreaktor karena reaksi kimia dan mikrobiologi terjadi di dalam peralatan ini. Fungsi utama digester biogas adalah untuk memberikan kondisi anaerob, dengan kata lain tanpa oksigen atau kedap udara [8]. Gambar 2.1 merupakan gambar desain dari reaktor anaerob yang digunakan oleh peneliti.



Gambar 2.1 Reaktor anaerob.

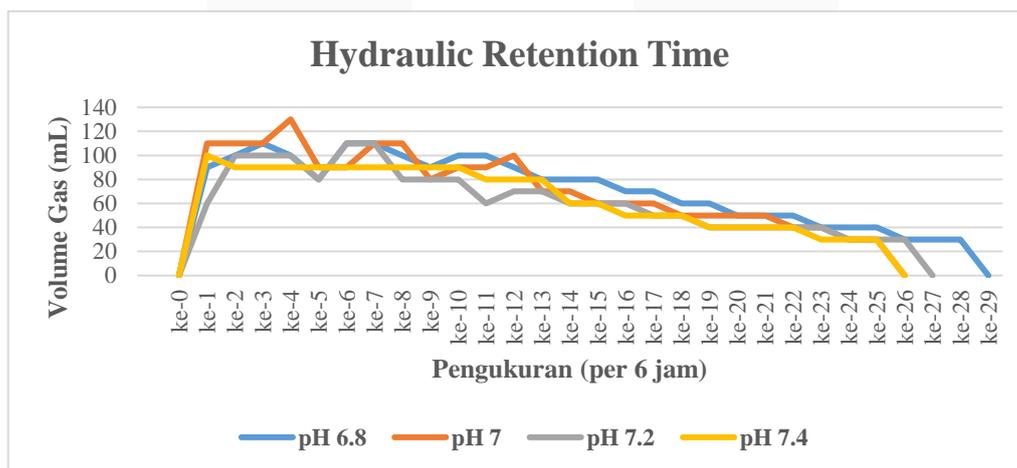
3. Pembahasan

3.1 Substrat Penelitian

Pada penelitian ini substrat yang digunakan berupa campuran dari limbah kentang yang sudah membusuk dan juga limbah ternak berupa kotoran sapi. Mula-mula untuk limbah kentang yang sudah membusuk, akan didiamkan selama kurang lebih 3 hari agar menambah tingkat kebusukannya menjadi lebih busuk lagi. Setelah proses pembusukan maka akan dilanjutkan menuju proses merebus kentang busuk tersebut selama kurang lebih 5 sampai 10 menit, jangan terlalu panas apalagi hingga mendidih. Tujuan utama merebus kentang busuk tersebut tidak lain untuk menghilangkan bakteri-bakteri atau telur-telur yang nantinya akan berubah menjadi lalat-lalat kecil yang dapat mempengaruhi proses pembentukan biogas. Kemudian potong kentang busuk yang sudah direbus tadi hingga menjadi potongan-potongan kecil dengan tujuan agar mudah diblender, campurkan dengan air yang memiliki perbandingan 1:1 dengan kentang busuk tersebut lalu blender hingga berubah bentuk menjadi lebih lembut seperti bubur agar dapat dicerna dengan mudah oleh bakteri-bakteri pembentuk biogas. Untuk limbah kotoran ternak berupa kotoran sapi, setelah didapatkan maka akan dilakukan proses pengembangbiakan bakteri yang ada pada kotoran sapi tersebut dengan cara memberikan air gula yang memiliki perbandingan 1:1. Dengan air mineral sebanyak 1 liter dan gula pasir sebanyak 1 kilogram, lalu diamkan selama kurang lebih 2 hari untuk proses pengembangbiakan bakteri tersebut. Setelah proses pengembangbiakan tersebut, larutkan kotoran sapi tersebut dengan air untuk proses pencampuran dengan limbah kentang yang dibusukkan. Tahapan selanjutnya adalah pencampuran kedua bahan pokok tersebut, yaitu kentang busuk yang sudah berbentuk seperti bubur dan kotoran sapi yang sudah dilarutkan dengan air. Dengan memakai perbandingan antara limbah kentang busuk dan limbah kotoran sapi sebesar 2:1, dimana keduanya memiliki total volume sebesar 11.7 liter. Aduk secara perlahan agar kedua bahan pokok pembentuk biogas tersebut tercampur hingga merata, setelah tercampur merata kemudian diberikan larutan *starter* probiotik biogas yang bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi pembentukan biogas sebanyak 200 mL. Kemudian aduk kembali hingga larutan *starter* probiotik biogas tersebut tercampur merata, maka substrat penelitian tersebut sudah siap untuk dimasukkan ke dalam reaktor.

3.2 Nilai HRT (*Hydraulic Retention Time*)

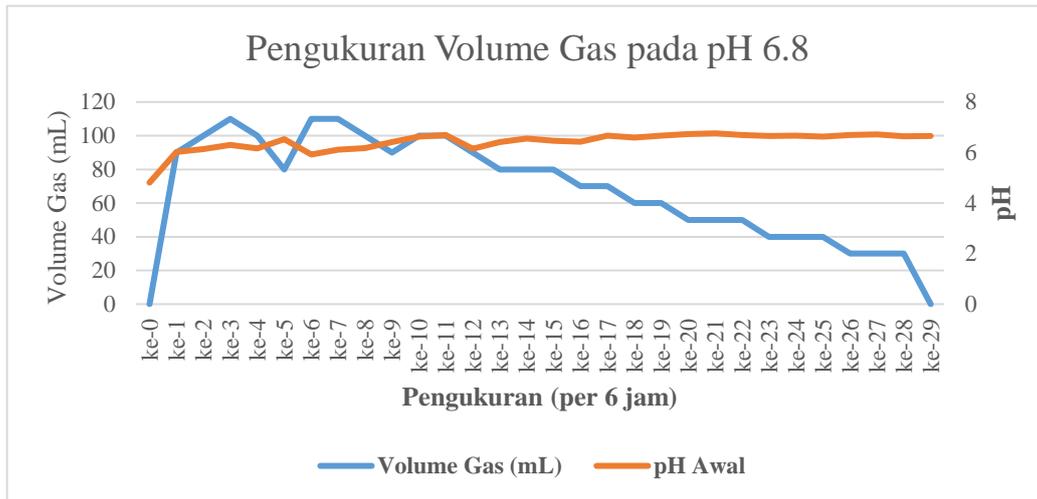
Nilai HRT didapatkan setelah substrat dimasukkan ke dalam reaktor anaerob hingga saat produksi biogas telah berhenti, dengan demikian akan didapat lama waktu untuk proses produksi biogas tersebut. Pada penelitian ini, nilai HRT untuk setiap masing-masing pH yang sudah dikondisikan berbeda-beda. Nilai pH yang sudah dikondisikan terdiri dari 6.8, 7.0, 7.2 dan 7.4. Berikut adalah gambar grafik dari nilai HRT yang sudah berhasil didapatkan:



Gambar 3.1 Nilai HRT yang diperoleh

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pH 6.8 memiliki nilai HRT yang lebih lama yaitu selama 29 kali pengukuran setiap 6 jam sekali dibandingkan dengan pH yang lainnya. Dengan demikian sudah tidak terdapat lagi gas yang diproduksi pada pengukuran ke-29 kali. Sedangkan untuk nilai HRT yang lebih sebentar berada pada pH 7 dan pH 7.4 dengan lama pengukuran 26 kali.

3.3 Pengukuran Volume Gas dengan Nilai pH 6.8

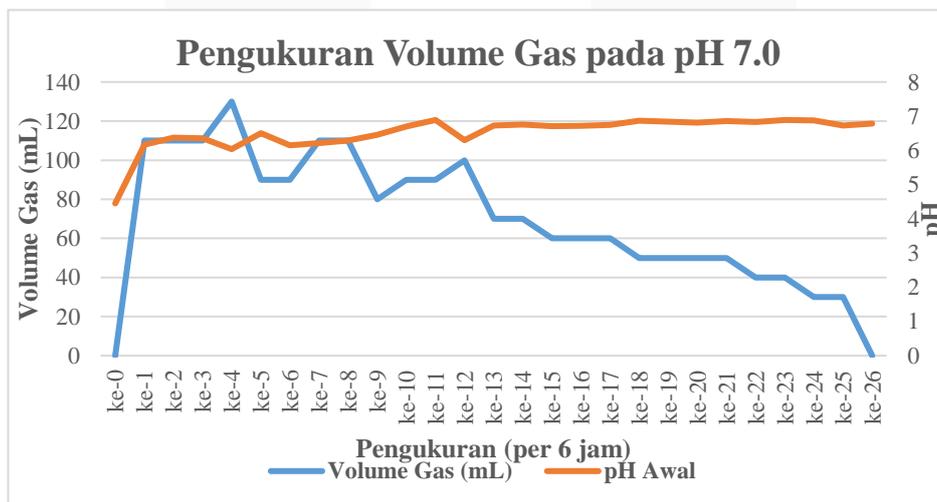


Gambar 3.2 Grafik pengukuran volume gas pada pH 6.8

Tabel 3.1 Volume gas pada pH 6.8

Volume total	2040 mL
Volume rata-rata	70.34482759 mL
Volume tertinggi	110 mL
Volume terendah	0 mL

3.4 Pengukuran Volume Gas dengan Nilai pH 7.0

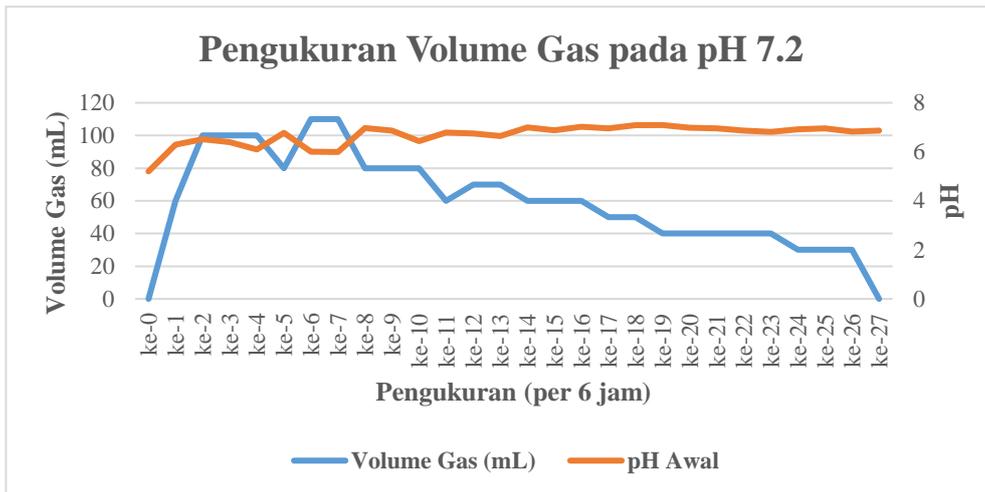


Gambar 3.3 Grafik pengukuran volume gas pada pH 7.0

Tabel 3.2 Volume gas pada pH 7.0

Volume total	1880 mL
Volume rata-rata	72.30769231 mL
Volume tertinggi	130 mL
Volume terendah	0 mL

3.5 Pengukuran Volume Gas dengan Nilai pH 7.2

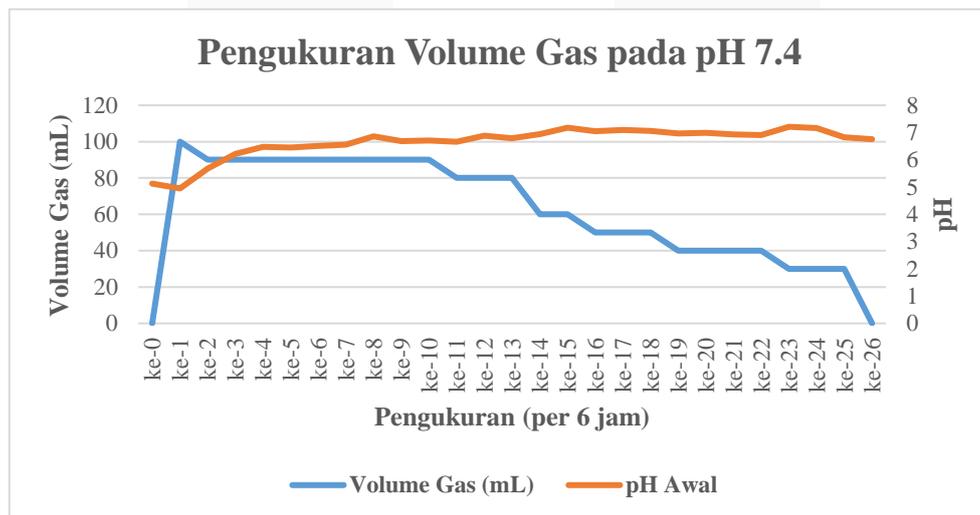


Gambar 3.4 Grafik pengukuran volume gas pada pH 7.2

Tabel 3.3 Volume gas pada pH 7.2

Volume total	1670 mL
Volume rata-rata	61.85185185 mL
Volume tertinggi	110 mL
Volume terendah	0 mL

3.6 Pengukuran Volume Gas dengan Nilai pH 7.4

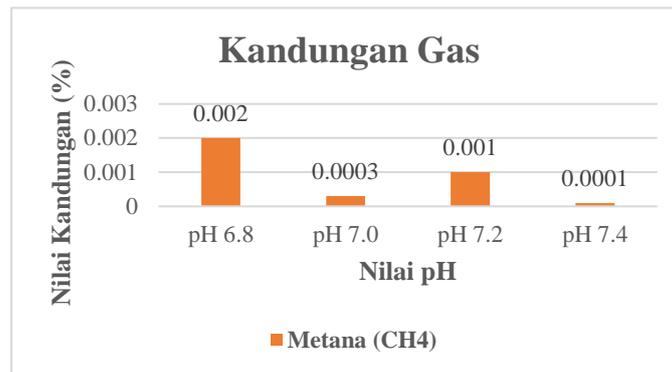


Gambar 3.5 Grafik pengukuran volume gas pada pH 7.4

Tabel 3.4 Volume gas pada pH 7.4

Volume total	1670 mL
Volume rata-rata	66.8 mL
Volume tertinggi	100 mL
Volume terendah	0 mL

3.7 Kandungan Gas dari Semua Nilai pH



Gambar 3.6 Grafik uji kandungan gas semua nilai pH

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang sudah dilakukan maka peneliti dapat memberikan kesimpulan bahwa pengaruh nilai pH terhadap produksi biogas sangat penting, dengan rentang nilai pH yang baik bagi pertumbuhan bakteri pembentuk biogas yaitu ada pada pH 6.8 sampai pH 7.2. Hal ini dapat terlihat dari hasil penelitian yang telah dilakukan dimana total volume gas terbanyak berada pada nilai pH 6.8, yaitu sebesar 2040 mL dengan volume gas rata-rata 70.34482759 mL. Lalu untuk nilai pH 7.0 memiliki total volume gas sebanyak 1880 mL, dengan volume gas rata-rata 72.30769231 mL. Untuk nilai pH 7.2 total volume gas yang didapat sebesar 1670 mL dan memiliki volume gas rata-rata 61.85185185 mL. Terakhir, pada nilai pH 7.4 mendapatkan total volume gas yang sama dengan pH 7.2 yaitu sebanyak 1670 mL dengan volume gas rata-rata 66.8 mL. Untuk uji kandungan yang terdapat dalam gas yang telah diproduksi pada pengukuran ke-9 masih belum optimal, dengan nilai pH 6.8 memiliki kandungan gas CH₄ terbesar yaitu sebesar 0.002 %. Kemudian nilai pH 7.2 dengan kandungan gas CH₄ sebesar 0.001 %, sementara nilai pH 7.0 memiliki kandungan gas CH₄ sebesar 0.0003 %. Dan yang terakhir nilai pH 7.4 dengan kandungan gas CH₄ sebesar 0.0001 %.

5. Daftar Pustaka

- [1] Anisgerson. 2014. *Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Babi Menjadi Energi Biogas*. <https://anisgerson.wordpress.com/2014/01/16/pemanfaatan-limbah-kotoran-ternak-babi-menjadi-energi-biogas/>. Akses: 3 Februari 2017
- [2] Hani, Agus M. 2012. *Pengeringan Lapisan Tipis Kentang (Solanum Tuberosum.L) Varietas Granola*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [3] Anonim. 2009. *Biogas*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Biogas>. Akses: 3 Februari 2017
- [4] Fitri Meidina Harahap. 2009. *Pra Rancangan Pabrik Pembuat Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Listrik*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [5] Laili, N., dan Wilujeng, S.A. *Pengaruh Pengaturan pH dan Pengaturan Operasional Dalam Produksi Biogas Dari Sampah*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Yadvika, Santosh, Sreekrishnan, T.R., Kohli, S., Rana, V. 2004. *Enhancement of Biogas Production from Solid Substrates Using Different Techniques: A Review*. *Bioresource Technology*. 95: 1 – 10.
- [7] Sufyandi, A. 2001. *Informasi Teknologi Tepat Guna Untuk Pedesaan Biogas*. Bandung.
- [8] Andianto. 2011. *Aliran Slurry di dalam Digester Biogas Tipe Aliran Kontinyu*. Depok: Universitas Indonesia.