

Analisis Penyerapan Gas Karbondioksida (CO₂) Dengan Larutan NaOH Terhadap Kualitas Biogas Kotoran Sapi

I Made Mara*

* Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram
JI Majapahit 62 Mataram, NTB. Email; made.mara@gmail.com

Abstract

The rising costs for the fossil fuel based energy and concern over the environment have caused a resurgence of interest in anaerobic treatment and subsequent use of the biogas produced during the treatment of organic waste as fuel. Biogas from cattle dung has become a potential renewable energy source for both domestic and commercial usage especially in Lombok. Unfortunately, due to the presence of carbon dioxide (CO₂) and Hydrogen sulphide (H₂S) in biogas, it has become extremely difficult to store and transport it effectively and has lower energy density.

This paper presents the study in biogas purification by mean of absorbing the CO₂ gas using the NaOH solution. In addition, the biogas production process used in 3 (three) kinds of cattle dung from horses dung, cows dung and buffaloes dung by the composition of 1 kg of manure to 1 Liter of water.

The results show that generated the largest volume on the composition of C with average volume reached 72.419 liters, then the composition B reached 61.794 liters, and the lowest in the composition of A with an average volume of 51.478 liters. The highest power generated in the treatment composition A with 2.5 N NaOH solution at 108.5 watts and the lowest power generated by the composition of C without treatment of 25.67 Watts.

Keywords: *Biogas, Purification, Absorb, NaOH solution.*

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya harga bahan bakar fosil dan ketersediaannya tidak konstan di pasaran, telah menyebabkan keterbatasan energi bagi masyarakat, kebutuhan masyarakat akan bahan bakar yang sangat tinggi maka sebagai konsekuensinya suatu keharusan untuk mencari sumber lain. Solusi yang tepat adalah pemanfaatan limbah tersebut menjadi biogas, yang merupakan energi yang layak digunakan baik secara teknis, sosial, maupun ekonomis terutama untuk mengatasi masalah energi di pedesaan.

Limbah peternakan merupakan salah satu sumber bahan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas, sementara perkembangan atau pertumbuhan industri peternakan menimbulkan masalah bagi lingkungan, karena menumpuknya limbah peternakan. Polutan yang disebabkan oleh dekomposisi kotoran ternak yaitu *BOD* dan *COD* (*Biological Chemical Oxygen Demand*), bakteri patogen, polusi air, (terkontaminasinya air bawah tanah, air permukaan), debu dan polusi bau. Jika dilihat dari pengolahan limbah, proses anaerob juga memberikan keuntungan yaitu menurunkan nilai *BOD* dan *COD*, *total solid*, *volatile solid*, nitrogen nitrat dan nitrogen organik. *bakteri coliform* dan patogen lainnya, telur insek, parasit, bau juga dihilangkan (Anonim, 2009).

Menurut Sofian (2008) kandungan biogas didominasi oleh gas metana (CH₄), kemudian disusul

oleh karbondioksida (CO₂). Dimana diketahui CO₂ merupakan sisa hasil dari suatu pembakaran maka akan mengganggu proses pembakaran itu sendiri, hal ini menyebabkan panas yang dihasilkan masih rendah sehingga kualitas nyala api biogas masih belum optimum. Oleh karena itu dibutuhkan usaha untuk menurunkan kadar CO₂ yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas dari biogas itu sendiri.

Salah satu usaha yang dilakukan untuk menurunkan kadar CO₂ dalam biogas adalah dengan cara menyerap CO₂ dengan larutan NaOH. Lebih Lanjut menurut Arai (Anonim, 2010) faktor yang dapat mempengaruhi absorpsi adalah konsentrasi dari larutan penyerap, semakin tinggi konsentrasi larutan penyerap, maka penyerapan CO₂ akan semakin maksimal.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas maka dirumuskan suatu permasalahan yang akan diteliti yaitu bagaimana kualitas dan kuantitas biogas kotoran sapi setelah penyerapan gas CO₂ dengan larutan NaOH.

1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi lingkup penelitian ini agar tidak meluas maka batasan-batasan yang diteliti yaitu :

1. Bahan baku yang digunakan untuk membuat biogas adalah kotoran sapi, kotoran yang digunakan adalah dengan rentang waktu 24 jam, terhitung pada saat ternak mengeluarkan kotoran.

2. Temperatur ruangan digester yang digunakan adalah temperatur lingkungan ($\pm 30^\circ \text{C}$).

1.4. Tujuan penelitian

LANDASAN TEORI

2.1. Biogas Kotoran Ternak

Limbah ternak adalah sisa buangan dari suatu kegiatan usaha peternakan seperti usaha pemeliharaan ternak, rumah potong hewan, pengolahan produk ternak, dan lain-lain. Limbah tersebut meliputi limbah padat dan limbah cair seperti faeces, urine, sisa makanan, embrio, kulit telur, lemak, darah, bulu, kuku, tulang, tanduk, isi rumen, dan lain-lain. Semakin berkembangnya usaha peternakan, limbah yang dihasilkan juga akan semakin meningkat.

Berbagai manfaat dapat dipetik dari limbah ternak, apalagi limbah tersebut dapat diperbaharui (*renewable*) selama ada hewan ternak. Limbah ternak masih mengandung nutrisi atau zat padat yang potensial untuk dimanfaatkan. Limbah ternak kaya akan nutrient (zat makanan) seperti protein, lemak, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN), vitamin, mineral, mikroba atau biota, dan zat-zat yang lain (*Unidentified Substances*). Limbah ternak dapat dimanfaatkan untuk bahan makanan ternak, pupuk organik, energi dan media berbagai tujuan (Wahyudi, 2009).

Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan dari proses peruraian senyawa organik dalam biomassa oleh bakteri alami metanogenik dalam kondisi anaerob. Pada umumnya biogas merupakan campuran 50-70% gas metana [CH_4], 30-40% gas karbondioksida [CO_2], 5-10% gas hidrogen [H_2] dan sisanya berupa gas lain. Biogas memiliki berat 20% lebih ringan dibandingkan dengan udara dan memiliki nilai panas pembakaran antara 4800-6200 kkal/ m^3 . Nilai ini sedikit lebih rendah dari nilai pembakaran gas metana murni yang mencapai 8900 kkal/ m^3 . (Anonim, 2008).

Proses pencernaan anaerob merupakan dasar dari reaktor biogas yaitu pemecahan bahan organik oleh aktivasi bakteri metanogenik dan bakteri asidogenetik pada kondisi tanpa udara. Bakteri ini secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga. Pembentukan biogas oleh mikroba pada kondisi anaerob (Haryati, 2006) meliputi tiga tahap proses yaitu:

- a. Hidrolisis, pada tahap ini terjadi peruraian bahan-bahan organik mudah larut dan bahan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana,

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kualitas dan kuantitas biogas setelah dilakukan penyerapan gas CO_2 dengan larutan NaOH.

perubahan struktur bentuk polimer menjadi bentuk monomer.

- b. Pengasaman, pada tahap pengasaman komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari perombakan gula-gula sederhana ini yaitu asam asetat propionat, format, laktat, alkohol dan sedikit butirat, gas karbon dioksida, hidrogen dan amonia.
- c. Metanogenik, pada tahap metanogenik terjadi proses pembentukan gas metan. Bakteri pereduksi sulfat juga terdapat dalam proses ini, yaitu mereduksi sulfat dan komponen sulfur lainnya menjadi sulfur sulfida.

Bakteri metanogenik tidak aktif pada temperatur yang sangat tinggi atau rendah. Temperatur optimumnya yaitu 35°C . Jika temperaturnya turun menjadi 10°C maka produksi biogas akan berhenti. Produksi yang ideal berada pada daerah mesofilik yaitu antara $25-30^\circ \text{C}$. Biogas yang dihasilkan diluar kondisi tersebut mempunyai kandungan karbon yang lebih tinggi.

Untuk mendapatkan biogas dengan memanfaatkan kotoran ternak diperlukan suatu ruangan yang kedap udara seperti tangki atau bangunan yang berfungsi sebagai tempat pencernaan atau tempat terjadinya fermentasi, tempat ini disebut digester. Tipe digester yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tipe batch,

Pada tipe batch bahan organik di tempatkan di tangki tertutup dan diproses secara anaerobik selama 1-2 bulan tergantung pada jumlah bahan yang dimasukkan. Isi dari digester biasanya dihangatkan dan dipertahankan temperaturnya. Selain itu kadangkala diaduk untuk melepaskan gelembung gas dari sludge.

Tipe digester ini tidak membutuhkan banyak perhatian selama proses. Meskipun demikian hampir semua bahan organik tetap akan diproses. Efisiensi maksimal dari proses hanya dapat diharapkan bila digester diisi dengan hati-hati. Ruang yang terbuang dan udara yang terjebak dalam seludge harus dihindarkan karena akan menghambat pembentukan gas metana. C/N ratio harus dikontrol dengan baik pada awal proses, karena sulit untuk memperbaiki bila digester sudah mulai memproses.

Tipe batch memiliki keuntungan lain yaitu dapat digunakan ketika bahan tersedia pada waktu-

waktu tertentu dan bila memiliki kandungan padatan tinggi (25%). Bila bahan tersebut sulit untuk diproses, tipe batch akan lebih cocok, karena lama proses dapat ditingkatkan dengan mudah. Bila dalam proses terjadi kesalahan, misalnya karena bahan keracunan, proses dapat dihentikan dan mulai dengan yang baru.

Dalam proses fermentasi bakteri juga menghasilkan gas sebagai akibat dari pembongkaran substrak yang berlangsung oleh aktivitas bakteri. Gas yang dihasilkan dapat berupa karbondioksida (CO₂), hydrogen (H₂), metan (CH₄), nitrogen (N₂), dan amoniak (NH₃) (Dwidjoeputra, 2005).

1. Karbondioksida (CO₂) timbul karena aktivitas bakteri, gas ini dapat timbul sebagai hasil pernafasan aerob maupun anaerob, kebanyakan senyawa yang cepat terurai oleh bakteri serta menghasilkan CO₂ adalah golongan gula.
2. Hidrogen, gas ini biasa timbul bersama CO₂ sebagai hasil penguraian karbohidrat atau asam amino. *Echerichia coli* dalam keadaan tertentu dapat menguraikan asam semut (HCOOH) menjadi CO₂ dan H₂
3. Gas metan, gas ini timbul sebagai hasil penguraian bermacam-macam senyawa organik. *Methano bacterium* dalam keadaan anaerob menghasilkan metan.
4. Nitrogen, gas ini timbul akibat penguraian nitrat maupun nitrit, peristiwa ini dikenal sebagai denitrifikasi. Denitrifikasi terjadi di tempat-tempat tertutup.
5. Amoniak, merupakan hasil penguraian protein dan senyawa-senyawa lain yang mengandung nitrogen.

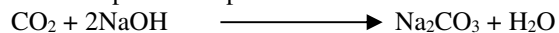
2.2 Proses Absorpsi Karbondioksida (CO₂)

Absorpsi merupakan salah satu proses pemisahan dengan mengontakkan campuran gas dengan cairan sebagai penyerapnya, penyerap tertentu akan menyerap satu atau lebih pada komponen gas. Absorpsi dapat berlangsung dalam dua macam proses, yaitu absorpsi fisik dan absorpsi kimia (Kumoro andri cahyo, hadiyanto, 2004). Absorpsi fisik yaitu absorpsi dimana gas terlarut dalam cairan menyerap tanpa disertai reaksi kimia. Contoh absorpsi ini adalah absorpsi gas H₂S dengan air, metanol, atau propilen. Absorpsi kimia yaitu absorpsi dimana gas terlarut dalam larutan penyerap disertai reaksi kimia. Contoh absorpsi ini dapat dilihat pada absorpsi gas CO₂ dengan larutan Na₂CO₃, NaOH, K₂CO₃ dan lain sebagainya.

Salah satu metode yang kini dikembangkan dalam proses pemisahan CO₂ dan campuran gas adalah dengan menggunakan membran sebagai kontakor gas-cair. Metode ini adalah pengembangan dari penggunaan membran konvensional yang selama ini lebih sering digunakan untuk proses filtrasi serta

osmosis balik pada pengolahan air (*water treatment*). Bila pelarut yang digunakan adalah NaOH maka absorpsi yang terjadi akan secara kimia, dikarenakan terjadinya reaksi kimia secara langsung antara CO₂ dengan larutan NaOH.

Proses absorpsi atau pemisahan gas CO₂ oleh NaOH dapat dilihat pada reaksi berikut ini :

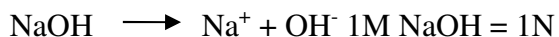


Absorpsi di atas merupakan reaksi yang terjadi secara kimia, dikarenakan terjadinya reaksi kimia secara langsung antara CO₂ dengan larutan NaOH. Reaksi dianggap merupakan reaksi satu arah dan derorde 2 (Kumoro, 2004). Pada proses ini, kondisi pada fase gas serupa dengan absorpsi fisik. Tetapi pada fase cair, selain terdapat lapisan tipis cairan juga terdapat zona reaksi. Reaksi kimia yang terjadi adalah *ineversible*, dimana CO₂ pada fase gas akan diabsorpsi oleh larutan NaOH pada fase cair. Pada saat gas mendekati interfase cair, gas CO₂ akan larut dan langsung bereaksi dengan larutan NaOH.

Kontaktor membran adalah suatu alat yang dapat mengakomodasi perpindahan masa gas-cair ataupun cair-cair tanpa adanya dispersi satu fase ke fase lainnya. Tidak seperti kolom kontakor konvensional, membran yang umum digunakan adalah membran serat berongga (*hollow fiber*) berpori mikro (*microporous membrane*), yaitu membran dengan struktur berongga yang padat saling terhubung dan terdistribusi acak. Perpindahan massa antar fasa pada kontakor membran didorong oleh adanya perbedaan konsentrasi antar fasa dan penurunan tekanan yang diperlukan untuk menahan interfase antar fluida sangat kecil (Kartohardjono; dkk, 2010).

Kenormalan (N) adalah jumlah ekivalen zat terlarut dalam tiap liter larutan. ekivalen zat dalam larutan bergantung pada jenis reaksi yang dialami oleh zat itu, karena satuan ini digunakan untuk penyetaraan zat dalam reaksi. Ekivalen suatu zat ada hubungan dengan molarnya, dan hubungan itu bergantung pada jenis reaksi apakah asam-basa, atau redoks (Syukri, 1999).

Dalam reaksi asam-basa, ekivalen asam dan basa masing-masing bergantung pada jumlah H⁺ dan OH⁻ yang dilepaskan, contohnya:



Untuk menganalisa kualitas biogas yang dihasilkan persamaan-persamaan yang digunakan adalah persamaan yang biasa digunakan dalam menyelesaikan persamaan kalor. Kalor merupakan bentuk energi. Perubahan jumlah kalor pada suatu benda ditandai dengan kenaikan dan penurunan suhu

atau bahkan perubahan wujud benda tersebut. Jika benda menerima kalor, suhunya akan naik. Banyak kalor yang akan diterima atau dilepaskan suatu benda sebanding dengan besar kenaikan dan penurunan suhunya. Secara matematis hubungan antara banyak kalor dan kenaikan suhu ditulis sebagai berikut

$$Q = m.c.\Delta T \dots\dots\dots(1)$$

Dimana: Q = Kalor (J)
 m = Massa air (kg)
 ΔT = Perubahan Suhu (°C)
 c = Kalor Jenis air (J/kg °C)

Kalor jenis zat (cv) adalah kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat untuk menaikkan suhunya sebesar satu satuan suhu pada volume konstan dengan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan digester tipe batch untuk percobaan dengan kapasitas 30 liter.

3.1. Variable penelitian

1. Variable terikat, yaitu yang menjadi tujuan utama dari penelitian. Tujuan utama dari penelitian adalah menjelaskan variable terikat. Yang menjadi variable terikat dari penelitian ini adalah volume dan kualitas biogas.
2. Variable bebas, yaitu variable yang mempengaruhi variable terikat. Adapun yang mempengaruhi variable terikat yaitu kondisi yang dikehendaki oleh peneliti, dalam penelitian ini variable bebas yaitu waktu pengamatan dan variasi kadar campuran ragi dalam kotoran sapi dan variasi larutan NaOH sebagai penyerap CO₂

3.2. Prosedur penelitian

Setelah alat dan bahan untuk pembuatan biogas sudah lengkap, maka tahap awal pembuatan biogas dan penyerapan CO₂ adalah sebagai berikut :

1. Menimbang kotoran sapi sebanyak 20 kg.
2. Air bersih sebanyak 20 kg.
3. Menimbang ragi sebanyak 10 gr, 20 gr, 30 gr.
4. Membuat larutan NaOH 0 N (Tanpa perlakuan), 1.25 N, dan 2.5 N

Setelah penampung gas sudah dihubungkan dengan alat ukur, maka selanjutnya pengukuran volume biogas dapat dilakukan. Pipa bagian dalam ditarik ke atas sampai ketinggian air pada tabung bagian luar dan dalam sama. Kemudian mengukur ketinggian pipa yang ada pada permukaan air, sehingga volume biogas dapat dihitung dengan persamaan volume selinder.

kalor jenis air diambil 4.200 J/kg°C. Kemudian Q merupakan hasil kali dari daya dan waktu maka :

$$Q = P \cdot t \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : P = Daya (watt)
 t = Waktu (sekon)

Banyaknya kalor yang dilepaskan sama dengan kalor yang diserap. Pernyataan ini pertama kali oleh black. Oleh karena itu, pernyataan tersebut sering disebut asas Black, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q_{\text{terima}} = Q_{\text{lepas}} \dots\dots\dots(3)$$

$$m.c\Delta T = P.t \dots\dots\dots(4)$$

5. Digester dan plastik penampung gas ditutup rapat sehingga terjadi kondisi anaerob.

Dalam percobaan ini tahap penelitian terbagi menjadi beberapa proses yaitu:

a. Tahap Pembuatan Biogas

1. Membuat bahan isian dengan komposisi sebagai berikut :
 - Komposisi A adalah 10 gr ragi, 50% air dan 50% kotoran sapi.
 - Komposisi B adalah 20 gr ragi, 50% air dan 50% kotoran sapi.
 - Komposisi C adalah 30 gr ragi, 50% air dan 50% kotoran sapi.
2. Mengukur suhu dan pH bahan isian, jika pH-nya menunjukkan nilai 6,8-8 maka komposisi limbah siap digunakan.
3. Memasukan komposisi ke dalam digester dengan menyisakan ruang dipermukaan isian di dalam digester agar aliran gas yang dihasilkan lancar.

b. Tahap Pengukuran Volume

Untuk mengukur volume dari biogas yang dihasilkan alat yang digunakan cukup sederhana, biogas dari penampungan akan dihubungkan dengan alat pengukur volume. Adapun alat ukur yang akan digunakan untuk mengukur volume dari biogas dapat dilihat pada gambar berikut

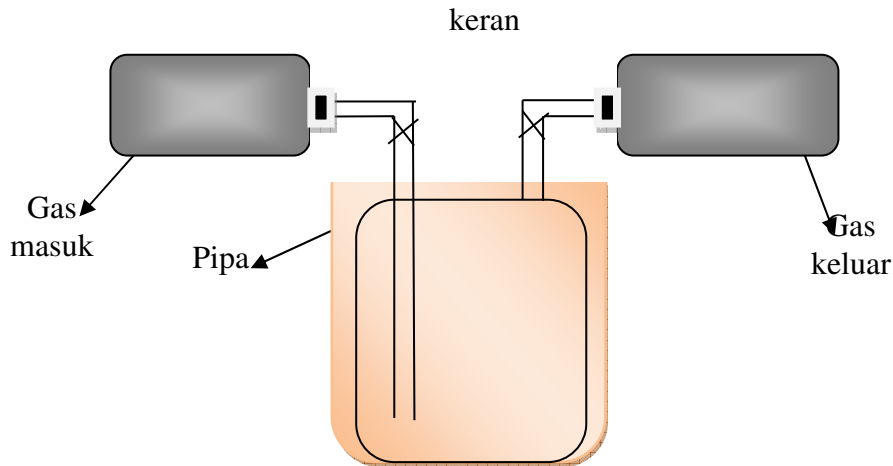
Dalam penelitian ini proses pengukuran volume dilakukan dua kali yaitu volume gas dari digester dan volume gas setelah porses penyerapan CO₂.

c. Tahap Pengukuran Kualitas

Tahap pengukuran kualitas biogas ini dilakukan dengan memanaskan 100 cc air selama tiga menit . Parameter yang diinginkan dari pemanasan ini

adalah perubahan temperatur air yang dipanaskan. pengukuran kualitas ini dilakukan sebelum dan setelah

proses penyerapan CO₂ dengan cara melewati biogas ke dalam larutan NaOH.



Gambar 1 Alat Absorpsi

Cara kerja alat absorpsi di atas pada dasarnya sama dengan alat ukur volume, mula-mula tabung bagian dalam diangkat dengan posisi keran gas masuk terbuka, kemudian gas akan masuk ke dalam tabung sehingga terjadi kontak antara larutan NaOH dengan gas. Proses ini disebut absorpsi. Setelah absorpsi dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan menguji kualitas biogas dengan cara memansakan air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengukuran Volume Biogas

Setelah gas dihasilkan maka selanjutnya akan dilakukan pengukuran volume, gas yang sudah ditampung sebelumnya di dalam plastik disambungkan dengan alat ukur dengan menggunakan selang dan keran seperti terlihat pada gambar 3.2. Mula-mula pipa bagian dalam di angkat ke atas secara manual sampai air di dalam pipa bagian luar dan pipa bagian dalam sejajar, hal ini untuk memastikan bahwa tekanan di dalam dan di luar pipa adalah sama, gas yang ada di dalam plastik akan terhisap masuk ke dalam pipa, ujung pipa bagian bawah di jaga agar tidak keluar dari permukaan air, kemudian mengukur panjang (*h*) pipa yang terangkat, selanjutnya volum gas (*V*) dapat di ukur dengan menggunakan persamaan 3.2.1, yaitu dengan parameter sebagai berikut; diameter pipa yang terangkat (*d*) adalah 7,62 cm dengan ketinggian 130 cm maka dari persamaan tersebut volume gas adalah:

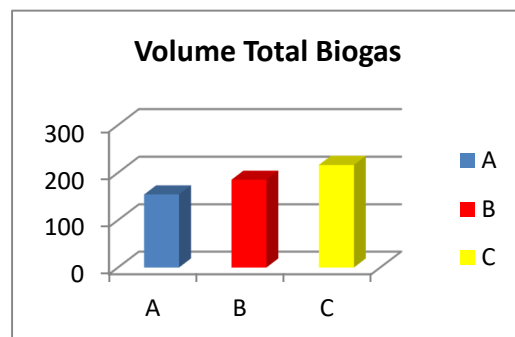
3.3. Teknik Pengolahan Data

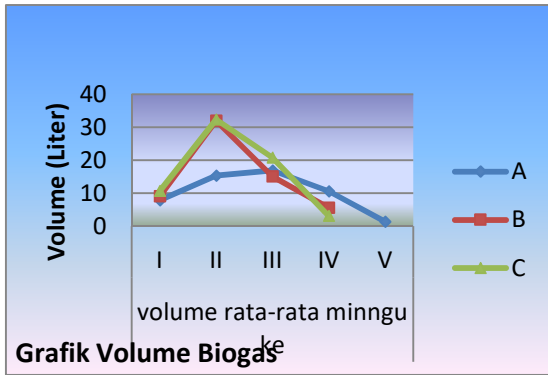
Teknik pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengolahan data mentah. Pada penelitian ini akan dibuat suatu rancangan penelitian terhadap variabel-variabel utama. Untuk menganalisa pengaruh perlakuan terhadap volume serta kualitas biogas. Analisis yang digunakan untuk pengujian hipotesis tersebut dinamakan *analysis of variance (ANOVA)*.

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (7,62)^2 \cdot 130 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 58,06 \cdot 130 \\
 &= \frac{23700,09}{4} = 5925,023 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

atau 5,925 liter

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka akan diperoleh data-data hasil produksi biogas total sebagai berikut:





Grafik 1 Total Biogas

Dari data grafik 1 di atas terlihat bahwa gas sudah mulai terbentuk pada minggu pertama, baik pada komposisi A, B, dan C. hal ini menunjukkan adanya proses anaerob yang baik pada setiap campuran, volume yang dihasilkan pada minggu pertama untuk komposisi A adalah 7,852 liter, komposisi B adalah 9,011 liter, dan komposisi C adalah 10,694 liter.

Pada minggu ke-2 volume yang dihasilkan menunjukkan peningkatan yang cukup besar, peningkatan volume gas yang besar terjadi pada komposisi B dan komposisi C yang mencapai 31,952 liter dan 32,355 liter kemudian komposisi A juga mengalami peningkatan yang mencapai 15,330 liter. Pada minggu ke-2 ini merupakan minggu dimana produksi biogas dihasilkan dalam jumlah yang maksimal, keadaan ini terjadi pada komposisi B dan komposisi C, sedangkan untuk komposisi A terjadi pada minggu ke-3. Pada minggu ke-2 ini terjadi proses fermentasi yang lebih cepat akibat dari penambahan ragi. Ragi atau fermentasi merupakan zat yang menyebabkan fermentasi. Ragi biasanya mengandung mikroorganisme yang melakukan fermentasi dan menyediakan media biakan bagi mikroorganisme tersebut. Media biakan ini dapat berbentuk butiran-butiran kecil atau cairan nutrient (Anonim, 2001). Bakteri-bakteri fermentasi mengubah gula dan asam amino menjadi asam organik dan karbondioksida, dan selanjutnya asam organik dirubah menjadi asam asetat (Haryati, 2006). salah satu jenis bakteri dalam ragi yang berperan adalah *Acetobacter aceti*, Bakteri ini mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat yang selanjutnya oleh bakteri metanogenik merubah asam asetat menjadi metana.

Pada minggu ke-3 produksi gas mengalami penurunan dimana gas yang dihasilkan oleh masing-masing komposisi pada minggu ini adalah (B = 15,037 liter, C = 20,831), namun untuk komposisi A terlihat masih mengalami peningkatan volume gas dari 15,330 liter sampai 16,941 liter, hal ini disebabkan karena perbedaan laju fermentasi akibat dari perbedaan

konsentrasi ragi dalam bahan, ketersediaan bahan makanan yang cukup dimana bakteri pada keadaan ini menggunakan asam asetat yang dihasilkan pada tahap adifikasi untuk kelangsungan hidupnya (Amaru, 2004).

Pada minggu ke-3 dan ke-4 produksi gas terus mengalami penurunan sampai bahan tidak lagi memproduksi gas, hal ini disebabkan penurunan aktivitas bakteri disamping karena ketersediaan makanan bagi bakteri semakin berkurang dan perombakan unsur-unsur dalam bahan mengalami penurunan. Selain itu juga keadaan temperatur yang selalu berubah-ubah mempengaruhi aktivitas bakteri. Perubahan temperatur ini juga dapat mempengaruhi optimasi pembentukan laju produksi gas yang dihasilkan. Perubahan pH merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam laju produksi biogas, semakin lama bahan berada dalam digester maka kondisi pH bahan akan semakin menurun, artinya kondisi bahan semakin asam, sementara dalam bahan terdapat bakteri metanogenik yang berperan menghasilkan gas metan, bakteri-bakteri ini tidak dapat bertahan hidup dibawah pH 6,6 (Widodo, 2008).

Pada grafik volume produksi terlihat gas mengalami penurunan yang sangat drastis pada minggu ke-4, bahkan pada minggu ini produksi gas berhenti. Memasuki akhir minggu ke-3 hujan mulai sering terjadi, seperti yang kita alami di tahun 2010 hampir sepanjang tahun terjadi hujan, kondisi ini memicu perubahan temperatur. Temperatur pada malam hari bisa mencapai kisaran 23°C-24°C, perubahan temperatur yang begitu cepat tentu saja memberikan pengaruh yang tidak baik terhadap pertumbuhan bakteri di dalam digester, seperti yang terlihat pada minggu ke-4 produksi gas berhenti, dari 9 digester yang digunakan hanya ada satu digester yang menghasilkan gas pada minggu ke-5 yaitu pada komposisi A, gas yang dihasilkan juga sangat sedikit yaitu hanya 2,05112 liter, ini karena digester yang digunakan terbuat dari bahan plastik sehingga digester ini tidak mampu menyimpan dan mempertahankan panas dengan baik.

Dari penjelasan di atas dapat terlihat bahwa penambahan ragi mempunyai pengaruh terhadap peningkatan volume gas yang dihasilkan, peningkatan produksi volume terjadi seiring dengan penambahan ragi, volume terbesar dihasilkan pada komposisi C dengan penambahan ragi sebesar 30 gr yang mencapai 67.381 liter, kemudian disusul dengan komposisi B dengan penambahan ragi sebesar 20 gr yang mencapai volume sebesar 61.794 liter, dan volume terkecil dihasilkan pada komposisi A dengan penambahan ragi sebesar 10 gr dengan volume sebesar 51.478 liter.

4.2. Pengukuran Kualitas Biogas

Untuk menganalisa biogas yang dihasilkan dalam penelitian ini dilakukan dengan memanaskan air sebanyak 100 cc selama 180 detik untuk mendapatkan parameter-parameter yang diperlukan. Sebelum dilakukan proses uji kualitas sebelumnya telah dilakukan proses absorpsi seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Absorpsi bertujuan untuk meningkatkan kualitas biogas dengan cara mengontakkan gas dengan larutan NaOH, normalitas larutan yang digunakan adalah 1.25 N dan 2.5 N. larutan ini dibuat dengan mencampurkan NaOH masing-masing 500 gr dan 1000 gr kedalam 10 liter air, kemudian dengan persamaan normalitas didapat 1.25 N untuk 500 gr dan 2.5 N untuk 1000 gr NaOH.

Gas yang sudah dihitung volumenya dihubungkan dengan alat absorpsi seperti pada gambar 3.4, cara kerja alat ini sama dengan alat ukur volume. Setelah proses absorpsi dilakukan kemudian dilakukan penghitungan volume gas yang sudah di absorpsi, hal ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengurangan volume akibat absorpsi.

Setelah absorpsi dan pengukuran volume dilakukan maka selanjutnya akan dilakukan uji nyala api dengan memanaskan air sebanyak 100 cc selama 3 menit (180 detik), parameter yang diamati pada uji nyala ini adalah perubahan temperatur selama memasak air. Selanjutnya setelah parameter-parameter sudah didapatkan maka bisa dilakukan perhitungan nilai kalor dengan menggunakan persamaan 2.1 yaitu:

$$Q = m.c.\Delta T$$

$$= 0.1 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg} \cdot 15^\circ\text{C}$$

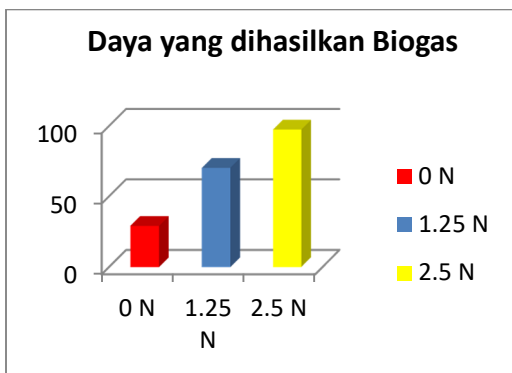
$$= 6300 \text{ J}$$

Kemudian untuk menentukan daya yang diterima oleh air kita bisa menggunakan persamaan 2.2 sehingga:

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$= \frac{6300}{180}$$

$$= 35 \text{ watt}$$



Grafik 2 Daya Rata-rata yang dihasilkan oleh setiap Komposisi

Dari gambar 4.4 terlihat jelas adanya perbedaan daya yang dihasilkan oleh setiap komposisi dari setiap perlakuan yang diberikan, kualitas terbaik didapat pada komposisi A dengan perlakuan larutan NaOH 2.5 N dengan daya yang dihasilkan mencapai 105.5 Watt dan kualitas terendah dihasilkan pada komposisi C dengan perlakuan larutan NaOH 0 N atau tanpa perlakuan yang mencapai 25,67 Watt.

Dari Grafik diatas menunjukkan semakin tinggi konsentrasi NaOH yang diberikan maka semakin tinggi daya yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh penurunan kadar karbondioksida (CO₂) dalam gas, penurunan kadar CO₂ ini disebabkan karena reaksinya dengan larutan NaOH, CO₂ akan diikat oleh NaOH melalui proses absorpsi, sehingga terjadi pemurnian gas metana (CH₄). Hal ini juga terlihat pada pengurangan volume yang terjadi setelah dilakukan proses absorpsi, pengurangan volume tersebut terjadi karena pengikatan CO₂ oleh NaOH sedangkan gas metan (CH₄) tidak bereaksi dengan larutan NaOH.

4.3. Analisa Data

Analisa varians dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi ragi terhadap produksi biogas serta pengaruh variasi larutan NaOH terhadap kualitas biogas. Analisa varians yang digunakan merupakan analisa varians satu arah.

Tabel 1. Hasil perhitungan rata-rata volume total biogas yang dihasilkan

Pengulangan n	Volume Total Biogas (Liter)		
	A	B	C
1	51,552	59,720	67,736
2	53,247	61,285	65,824
3	49,635	64,406	68,886

Tabel 2. Analisa Varians untuk Volume Biogas

S V	SS	DF	MS	F ₀	F table α = 0,05
Ragi	350,456	2	172,228	61,98	5,14
Error	22,221	4	2,778		
Total	372,677	6			

Dari tabel anova di atas ditunjukkan bahwa F_{hitung} > F_{tabel}, yaitu 61,98 > 5,14, karena F_{hitung} berada dalam daerah penolakan maka H₀ ditolak. Sehingga variasi ragi berpengaruh signifikan terhadap produksi gas yang dihasilkan.

Tabel 3. Daya rata-rata yang dihasilkan setiap Variasi Larutan NaOH

Komposisi	Daya rata-rata yang dihasilkan setiap variasi larutan NaOH (Watt)		
	0 N	1.25 N	2.5 N
A ₁₂₃	31,5	81,30	108,5
B ₁₂₃	30,30	69,61	97,21
C ₁₂₃	25,67	59,89	86,72

4. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil penelitian yang dilakukan, penambahan ragi memberikan pengaruh terhadap produksi biogas, semakin tinggi konsentrasi ragi maka produksi gas akan semakin cepat dan meningkat.
2. produksi gas yang tertinggi didapatkan pada komposisi C dengan penambahan 30 gr ragi dengan volume rata-rata mencapai 67,381 liter dan volume terendah dihasilkan oleh komposisi A dengan penambahan 10 gr ragi dengan jumlah volume rata-rata 51,478 liter.
3. Absorpsi biogas dengan larutan NaOH dapat meningkatkan kualitas biogas, semakin tinggi konsentrasi larutan, maka kualitas gas yang dihasilkan akan semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008, *Produksi Biogas Dari Limbah Ternak*, Pusat Penelitian Dan Kakao Indonesia.
- Amaru, Kharistya, 2004, *Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethylene Skala Kecil*. Fakultas pertanian Universitas Padjajaran.
- Haryati, Tuti, 2002, *Biogas : Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*, Balai Penelitian Ternak Bogor.
- Sofian, Amat, 2008, *Peningkatan Kualitas Biogas Sebagai Bahan Bakar Mmotor Bakar Dengan Cara Pengurangan Kadar CO₂ Dalam Biogas Dengan Menggunakan Sulurry Ca(OH)₂*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhamaddiah Surakarta.
- Kumoro, Andri cahyo, Hadiyanto, 2004, *Absorpsi Karbondioksida Dengan Larutan Soda Api Dalam Kolom Unggun Tetap*. Forum Teknik Jilid 24.
- Widodo, Teguh Wikan. A. Asari, 2008, *Teori Dan Konstruksi Instalasi Biogas*, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian Serpong.
- Wahyudi, Zulfikar, 2009, *Analisa Perbandingan Komposisi Air Dan Kotoran Kerbau (FECES) Pada Bahan Isian Biotank (BTP) Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Biogas Yang Dihasilkan*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Tabel 4. Analisa Varians untuk Daya Biogas

S V	SS	DF	MS	F ₀	F table $\alpha = 0,05$
Ragi	7098,55	2	3549,28	58,44	5,14
Error	485,83	4	60,37		
Total	7584,38	6			

Dari tabel anova di atas ditunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu $58,44 > 5,14$, karena F_{hitung} berada dalam daerah penolakan maka H_0 ditolak. Sehingga variasi larutan NaOH berpengaruh signifikan terhadap kualitas gas yang dihasilkan.

4. Kualitas terbaik didapatkan pada komposisi A dengan perlakuan larutan NaOH 2,5 N sebesar 108,5 Watt, dan kualitas terendah dihasilkan pada komposisi C dengan perlakuan larutan NaOH 1,25 N sebesar 25,67 Watt.

5.2. Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambah konsentrasi pada setiap variasi ragi untuk mengetahui pada konsentrasi berapa dengan perbandingan bahan tertentu dihasilkan gas yang optimal.
2. Pada proses absorpsi reaksi antara CO₂ dengan CH₄ menghasilkan H₂O dalam bentuk uap air, maka untuk mendapatkan gas dengan kualitas yang optimal maka H₂O di dalam biogas harus dihilangkan.