

**PENGARUH PENAMBAHAN NUTRISI UREA DAN MOLASES TERHADAP PRODUKSI
BIOGAS LIMBAH CAIR BATANG AREN**



**Disusun sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD JIHAD HAWARI

D 500 130 129

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PENAMBAHAN NUTRISI UREA DAN MOLASES TERHADAP PRODUKSI
BIOGAS LIMBAH CAIR BATANG AREN**

PUBLIKASI ILMIAH

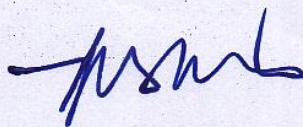
Oleh: •

MUHAMMAD JIHAD HAWARI

D 500 130 129

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Herry Purnama M.T., Ph.D

NIK.664

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PENAMBAHAN NUTRISI UREA DAN MOLASSES TERHADAP
PRODUKSI BIOGAS LIMBAH CAIR BATANG AREN**

OLEH

MUHAMMAD JIHAD HAWARI

D 500 130 129

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

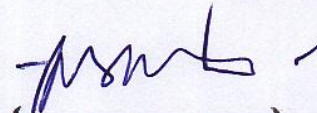
Pada Senin, 19 Maret 2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

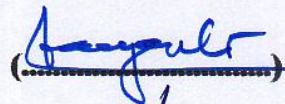
1. Ir. Herry Purnama M.T., Ph.D

(Ketua Dewan Penguji)


(.....)

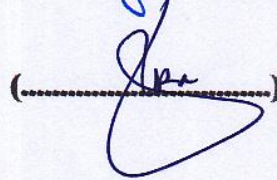
2. Ir. H. Haryanto AR., M.S.

(Anggota I Dewan Penguji)


(.....)

3. Emi Erawati, S.T., M.Eng.

(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebut dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 19 Maret 2018

Penulis



Muhammad Jihad Hawari

D500130129

PENGARUH PENAMBAHAN NUTRISI UREA DAN MOLASES TERHADAP PRODUKSI BIOGAS LIMBAH CAIR BATANG AREN

Abstrak

Permasalahan penurunan sumber energi minyak bumi telah dialami Indonesia dari tahun ke tahun. Salah satu sumber energi alternatif yang ramah lingkungan serta bersifat dapat diperbarui adalah biogas. Limbah cair batang aren mengandung *biological oxygen demand* (BOD) 1.806 mg/L dan *chemical oxygen demand* (COD) 4.231 mg/L. Besarnya kandungan BOD dan COD tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah cair kulit batang aren menjadi biogas. Proses pembuatan biogas dilakukan mencampur kotoran sapi maupun urine sapi pada limbah cair batang aren tersebut. Variabel penelitian yang dilakukan dengan penambahan nutrisi urea dan molases. Perbandingan variabel ini untuk mengetahui produksi biogas yang dihasilkan paling optimal. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Gas Chromatography* (GC) untuk mengetahui kadar gas metana dan karbondioksida juga pengukuran volume biogas serta nyala api yang dihasilkan pada biogas yang meliputi: (1) tanpa penambahan nutrisi (2) penambahan nutrisi urea dengan variasi 2, 4, 6 gram dan (3) nutrisi campuran urea dan molases (2 gram urea : 2 mL molases), (2 gram urea : 4 mL molases), (2 gram urea : 6 mL molases). Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil gas metana penambahan nutrisi urea masing-masing sebesar 5,48; 8,46; dan 5,39%. Sedangkan nutrisi campuran urea dan molases masing-masing sebesar 5,7; 4,57; dan 4,96% atau mengalami peningkatan gas metana dibandingkan dengan tanpa nutrisi yang sebesar 3,81%. Dari hasil tersebut pada produksi biogas yang paling optimal pada penambahan nutrisi urea 4 gram sebesar 8,46%. Untuk pengukuran volume biogas didapatkan hasil masing-masing sebesar 60, 75, dan 99 mL. Sedangkan nutrisi campuran urea dan molases masing-masing sebesar 102, 115, dan 125 mL. Dimana mengalami peningkatan volume gas dibandingkan dengan biogas tanpa nutrisi yang sebesar 50 mL.

Kata kunci : limbah cair kulit batang aren, biogas, nutrisi, COD dan BOD.

Abstract

There are problem of decreasing energy source of petroleum has been experienced by Indonesia from year to year. One source of alternative energy that is environmentally friendly and renewable is biogas. The palm sugar liquid waste contains biological oxygen demand (BOD) 1,806 mg / L and chemical oxygen demand (COD) 4,231 mg / L. The amount of content of BOD and COD is then this study aims to treat the palm sugar liquid waste into biogas. The process of making biogas is done mixing dung and urine of cow on the palm sugar liquid waste stem. The research variables were performed with the addition of urea and molasses nutrients. Comparison of this variable to know the production of biogas produced the most optimal. The test is done by using Gas Chromatography (GC) to know the level of methane and carbon dioxide as well as the measurement of biogas volume and flame produced in biogas which include: (1) without the addition of nutrients (2) the addition of urea nutrition with variation of 2,4,6 gram and (3) nutritional mixture of urea and molasses (2 grams of urea: 2 mL molases), (2 grams of urea: 4 mL molases), (2 grams of urea: 6 mL molases). From the research that has been done, the result of methane gas of urea nutrient addition is

5.48; 8.46; and 5.39%. While the nutrient mixture of urea and molasses respectively of 5.7; 4.57; and 4.96% or increased methane gas compared with no nutrients of 3.81%. From these results in the most optimal biogas production on the addition of urea 4 grams of 8.46%. For biogas volume measurement, the results were obtained for 60, 75, and 99 mL, respectively. While the nutrient mixture of urea and molasses respectively of 102, 115, and 125 mL. Where an increase in gas volume compared with biogas without nutrients of 50 mL.

Keywords: liquid waste of palm stem bark, biogas, nutrition, COD and BOD.

1. PENDAHULUAN

Kondisi permasalahan besar yang sedang dihadapi negara Indonesia adalah sumber energi minyak bumi sekarang ini semakin langka. Sumber energi minyak bumi Indonesia dari tahun ke tahun semakin menurun maka diperlukan segala upaya untuk mendapatkan energi alternatif. Salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang tidak terbarukan khususnya minyak dan gas bumi, yaitu dengan mensubstitusinya ke sumber energi baru dan terbarukan, khususnya bahan bakar nabati (biodiesel, bioetanol, biomassa dan biogas).

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif non fosil yang ramah lingkungan yang bersifat dapat diperbarui (*renewable*). Gas tersebut dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi langka oksigen (*anaerob*) pembentukan biogas ini yaitu bakteri methanogen (Yani dan Darwis, 1990). Komponen yang terdapat dalam biogas yang berasal dari kotoran ternak berkisar 60% CH₄ (metana), 38% CO₂, 2% N₂, O₂, H₂, dan H₂S. Sedangkan menurut (Pindo (2007) dalam Hidayat, dkk, 2012), biogas yang berasal dari limbah cair industri tahu mengandung CH₄ 54%-70%, CO₂ 27%-45%, O₂ 1%-4%, N₂ 0,5%-3%, CO 1%, dan sisanya adalah H₂S. Prinsipnya, biogas adalah teknologi yang memanfaatkan proses fermentasi (pembusukan) dari sampah organik secara anaerobik (tanpa udara) oleh bakteri metan sehingga dihasilkan gas metan (CH₄) (Hidayat, dkk, 2012).

Pembuatan biogas yang menggunakan bahan organik dapat memanfaatkan limbah cair kulit batang aren. Limbah cair ini dapat ditemui di daerah Dukuh Bendo, Desa Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten. Di dusun ini terdapat 72 pengrajin tepung aren. Dari kegiatan proses produksi tepung aren dihasilkan tepung, limbah padat (ampas) dan limbah cair. Limbah cairnya yang mencapai 25 m³ dibuang ke sungai. Keberadaan limbah tepung aren menjadi permasalahan tersendiri di lingkungan tersebut, sehingga perlu dicari alternatif pemanfaatannya. Menurut Firdayati dan Handayani, (2005), limbah cair tepung aren di Dukuh Bendo masih mengandung tepung atau serat

baik terlarut maupun partikel tersuspensi. Karakteristik limbah cair tepung aren yang belum mengalami klorinasi di Dukuah tersebut adalah zat padat terlarut 2.410 mg/L, zat padat tersuspensi 720 μ S/cm, BOD (*biological oxygen demand*) 1.806 mg/L, COD (*chemical oxygen demand*) 4.231 mg/L, suhu 27°C, pH 4,94, amoniak bebas 24,822 mg/L, nitrat 1,184 mg/L.

Limbah cair industri pati aren masih mengandung senyawa organik (unsur C) yang cukup memadai sebagai sumber energi dan selain itu, limbah cair tersebut juga mengandung amoniak (sumber Nitrogen) yang dapat berfungsi sebagai nutrisi pada proses fermentasi anaerob (Suriawiria, 2005). Sehingga limbah cair industri pati aren sudah siap digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas.

Untuk pemanfaatan limbah cair industri tepung aren ini direncanakan dengan tahapan eksperimen skala laboratorium. Pada pembuatan biogas ada penambahan nutrisi berupa urea yang dapat memperbesar produksi. Urea merupakan pupuk buatan hasil persenyawaan NH_4 (*ammonia*) dengan CO_2 . Kandungan N total berkisar antara 45-46 %. Faktor yang berpengaruh besar dalam pertumbuhan bakteri adalah nutrisi. Karbon, nitrogen dan fosfor merupakan nutrisi penting yang dibutuhkan mikroorganisme (Wati, 2011). Penambahan tetes tebu (*molasses*) ke dalam substrat limbah rumah makan diasumsikan dapat memberikan pengaruh positif terhadap hasil produksi biogas. Selain mengandung kalori cukup tinggi karena terdiri dari glukosa dan fruktosa juga memiliki kandungan zat berguna seperti kalsium, magnesium, potasium, dan besi (Indriyani, 2009). Berdasarkan data tersebut maka dari limbah cair perlu diteliti perbandingan antara volume limbah cair dan volume inokulum (campuran kotoran sapi dengan air kencing sapi) yang ditambahkan nutrisi urea dengan penambahan nutrisi tetes tebu yang tepat untuk menghasilkan biogas berdasarkan fermentasi secara anaerob dengan komposisi nilai kalor yang memenuhi syarat.

2. METODE

Pada penelitian mengenai pembuatan biogas dari bahan baku batang aren ini untuk mengetahui pengaruh penambahan nutrisi urea dan campuran nutrisi urea dan tetes tebu pada produksi biogas. Rumusan masalah yang dihadapi pada penelitian ini bagaimana perbandingan produksi biogas, perbandingan volume gas, dan pengaruh nyala api biogas yang dihasilkan antara limbah cair batang aren tanpa nutrisi, pemberian nutrisi urea dan pemberian campuran nutrisi urea dan tetes tebu.

Penelitian ini menggunakan bahan yang dibutuhkan sebagai penunjang. Adapun bahan yang diperlukan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Air	Secukupnya
2	Kotoran Sapi + Urine	13 liter
3	Limbah Cair Kulit Batang Aren	39 liter
4	Tetes tebu (molasses)	24 mL
5	Urea	24 gram

Pada penelitian ini dilaksanakan mulai pengambilan bahan baku berupa limbah cair kulit batang aren, starter kotoran sapi, urine sapi, persiapan nutrisi sampai dengan analisis biogas yang akan dilakukan. Pembuatan starter dari kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1 : 1. Kemudian menambahkan limbah cair kulit batang aren sebanyak 3 kali dari volume starter kotoran sapi. Langkah selanjutnya yaitu mengaduk starter kotoran sapi dan limbah cair kulit batang aren sampai homogen. Setelah homogen campuran tersebut dimasukan ke dalam tabung digester sampai kira-kira $\frac{3}{4}$ dari volume tabung digester. Ditambahkan nutrisi dengan berbagai variasi yang telah ditentukan. Melakukan fermentasi dengan waktu fermentasi 4 minggu. Pengujian analisa hasil biogas dengan menggunakan alat pengukur gas yaitu *Gas Chromatograph* (GC), pengukuran volume biogas dengan menggunakan manometer air yang dihubungkan dengan selang. Langkah terakhir yaitu menguji nyala api biogas.

Variabel yang digunakan dalam penelitian pengaruh nutrisi pada pembuatan biogas dari limbah cair kulit batang aren ada dua variabel, yaitu:

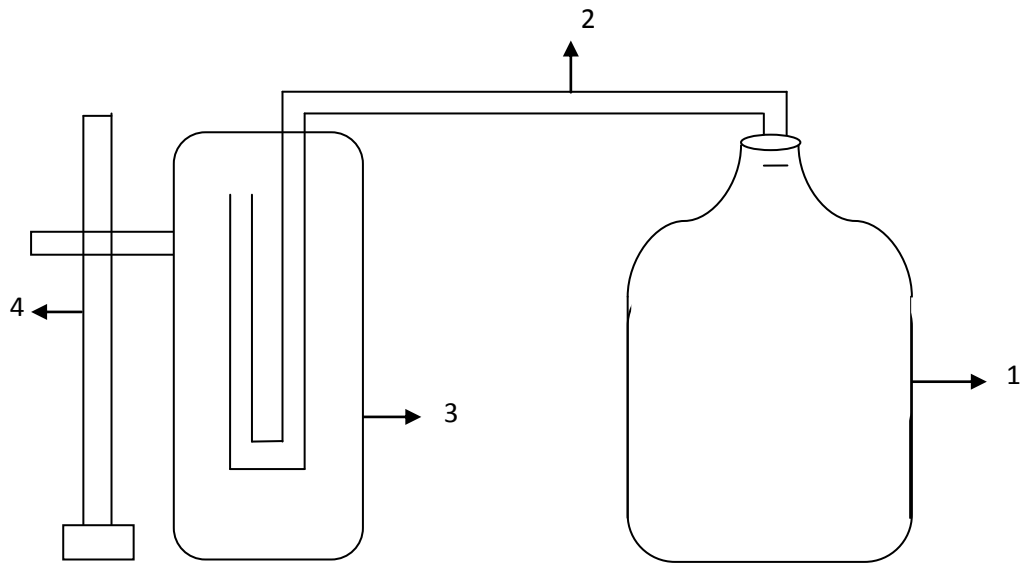
1) Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu penambahan nutrisi. Nutrisi yang digunakan yaitu pupuk urea dan molases. Pada penambahan nutrisi urea dan molases menggunakan variasi perbandingan sebagai berikut tanpa nutrisi (0 : 0), nutrisi urea dengan variasi urea 2 gram, 4 gram, 6 gram, nutrisi campuran urea dan molases (2 gram urea : 2 mL molases), (2 gram urea : 4 mL molases), (2 gram urea : 6 mL molases)

2) Variabel Tetap

Penelitian ini terdapat variabel tetap, yaitu suhu dan waktu. Suhu dalam penelitian ini berkisar 30 – 40 °C, dan waktu penelitian ini 28 hari. Volume perbandingan limbah cair kulit batang aren dan kotoran sapi yaitu 3 : 1.

Rangkaian alat pembuatan biogas pada penelitian ini menggunakan gallon sebagai digester, dan plastik sebagai penampung hasil dari biogas yang dihasilkan. Skema rangkaian alat pada penelitian ini ditampilkan



Keterangan gambar :

1. Digester
2. Selang
3. Manometer
4. Statif/Penyangga

Gambar 1. Skema rangkaian alat pembuatan biogas

Analisis hasil biogas ini yaitu meliputi uji kandungan gas metana dalam biogas, uji nyala api biogas dan pengukuran volume yang dihasilkan. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengukur berapa persen mol metana yang terkandung dalam biogas. Pengukuran volume biogas ini yaitu untuk mengetahui seberapa banyak biogas yang dihasilkan. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan menggunakan manometer air yang disambungkan selang pada tabung digester biogas. Uji nyala api bertujuan untuk mengetahui nyala api dari biogas yang dihasilkan. Uji karakteristik nyala api biogas ini yaitu meliputi : nyala api yang dihasilkan, warna dari nyala api biogas, dan seberapa lama nyala api biogas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian penambahan nutrisi urea pada biogas limbah cair kulit batang aren yang telah dilakukan selama 28 hari kemudian melakukan analisa dengan menggunakan alat Gas Chromatograph (GC). Analisa GC dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Dari hasil analisa tersebut didapatkan hasil analisa kadar gas metana (CH_4) dan Karbondioksida (CO_2).

3.1. Karakteristik Bahan Baku

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil COD sebesar 5.567,5 mg/L dan BOD sebesar 2.653,1 mg/L. Dari hasil data COD dan BOD yang didapatkan besar nilai tersebut mempengaruhi potensi dari biogas yang dihasilkan. Dalam Penelitian ini kotoran sapi dicampurkan sebagai starter. Kandungan COD sebesar 34.425 mg/L dan BOD sebesar 11.673,5 mg/L. Kotoran sapi yang digunakan dilarutkan dengan menggunakan air dengan perbandingan 1 : 1. Menurut Firdayati dan Handayani, (2005), limbah cair tepung aren di Dukuh Bendo. Karakteristik limbah cair tepung aren yang belum mengalami klorinasi di Dukuh tersebut adalah zat padat terlarut 2.410 mg/L, zat padat tersuspensi 720 μ S/cm, BOD (*biological oxygen demand*) 1.806 mg/L, COD (*chemical oxygen demand*) 4.231 mg/L, suhu 27°C, pH 4,94, amoniak bebas 24,822 mg/L, nitrat 1,184 mg/L.

Dari hasil perbandingan COD dan BOD antara hasil uji yang dilakukan dengan jurnal diatas, pada kandungan COD tinggi > 1000 mg/L dengan rasio COD (*Chemical Oxygen Demand*)/ BOD (*Biology Oxygen Demand*) > 3 lebih tepat diuraikan dengan proses anaerob. Proses ini akan menguraikan bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam limbah cair tanpa adanya oksigen (Corbitt, 1999). Pada perbandingan bahan substrat limbah cair kulit batang aren dengan starter kotoran sapi sebesar 2 : 1 dimana Perbandingan air dan inokulum untuk sampel 1,5 : 1, menghasilkan biogas paling banyak. komposisi biogas pada hari ke 7 menunjukkan bahwa CH₄ masih rendah dikarenakan masih ada udara (O₂ dan N₂) yang relatif banyak. Komposisi gas pada hari ke 14 mendekati kisaran komposisi biogas, yaitu CH₄ = 61,54% : CO₂ = 12,92%. Komposisi biogas pada hari ke 21 menunjukkan bahwa CH₄ mengalami penurunan menjadi 51,96%, demikian juga pada hari ke 30 mengalami penurunan lagi menjadi 40,81%. Penurunan prosentase CH₄ tersebut dikarenakan jumlah makanan (karbohidrat, lemak, protein) yang terkandung didalam limbah cair pati aren sudah tinggal sedikit (proses batch). Padahal untuk bisa bekerja mikroba membutuhkan makanan yang cukup, jika berkurang maka zat organik yang bisa diubah menjadi metana akan menurun (Slamet, 2010).

Penambahan urea diketahui mampu meningkatkan kandungan protein kasar secara optimal karena menurut Permata (2012) urea mengandung nitrogen sebanyak 42% hingga 45% atau setara dengan protein kasar antara 262-281%. Kadar protein kasar tersebut diperoleh dari amonia di dalam urea yang berperan dalam memuaikan serat selulosa.

Tetes tebu berupa cairan kental dan diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula. Molases tidak dapat lagi dibentuk menjadi sukrosa karena mengandung glukosa dan

fruktosa yang sulit untuk dikristalkan. Namun masih mengandung gula dengan kadar 50-60%, asam amino dan mineral. Tingginya kandungan gula dalam molases sangat potensial dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol. Dari 1000 kg molases terkandung 450 – 520 kg gula yang diharapkan dapat menghasilkan 250 Liter etanol (Yumaihana & Aini, 2009).

Dalam proses pembuatan biogas menggunakan digester tipe batch dimana tipe ini digunakan untuk mengetahui kemampuan bahan yang diproses sebelum unit yang besar dibangun. Tergantung dari jenis bahan limbah dan temperatur yang dipakai, sistem batch akan mulai memproduksi setelah minggu kedua sampai minggu keempat.

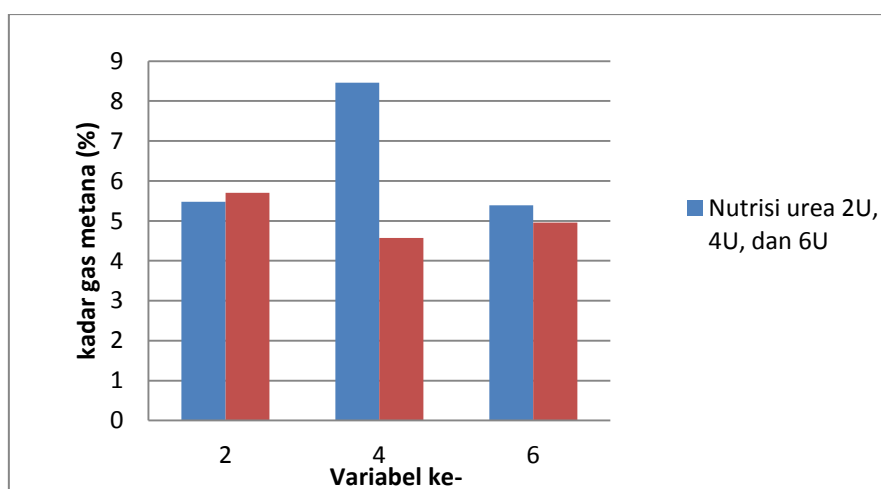
3.2. Gas Metana

Dari Analisa menggunakan alat GC yang dilakukan didapatkan hasil gas karbondioksida pada tiap sampel sebagai berikut :

Tabel.2. Kadar gas metana yang dihasilkan

No	Variabel penambahan urea (U) (gram) dan molases (M) (mL)	kadar gas Metana (%)
1	2U	5,48
2	4U	8,46
3	6U	5,39
4	2U + 2M	5,7
5	2U + 4M	4,57
6	2U + 6M	4,96
7	Tanpa Nutrisi	3,81

Komponen utama yang terkandung dalam biogas yaitu gas metana dan Karbondioksida (CO₂). Hasil gas metana yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini:



Gambar 2. Hubungan kadar gas metana yang dihasilkan dengan variasi nutrisi

Berdasarkan Gambar 2. diatas dapat dilihat bahwa gas metana yang dihasilkan pada penambahan nutrisi urea dan nutrisi campuran mengalami naik turun dimana pada penambahan nutrisi urea 2 gram, 4 gram, dan 6 gram masing-masing sebesar 5,48%; 8,46% dan 5,39% sedangkan 2 gram Urea (U) +2 mL Molases (M), 2gram U +4 mL M, dan 2gram U +6 mL M memiliki kadar gas metana masing-masing sebesar 5,70%; 4,57% dan 4,96% namun jika dibandingkan tanpa nutrisi sebesar 3,81% pada semua penambahan nutrisi mengalami peningkatan.

Berdasarkan hasil diatas dapat diketahui bahwa dengan penambahan nutrisi pada substrat pembuatan biogas berpengaruh terhadap biogas yang dihasilkan. Hal tersebut ditunjukkan dengan hasil gas metana yang dihasilkan dari masing-masing penambahan nutrisi lebih besar daripada substrat yang tanpa adanya penambahan nutrisi. Dari variasi nutrisi urea didapatkan kondisi yang paling optimal sehingga didapatkan hasil kadar gas metana yang paling besar dari penambahan 4 urea yaitu sebesar 8,46%. Sedangkan variasi nutrisi campuran urea dengan molases kadar gas metana yang paling besar pada variasi 2U + 2M yaitu sebesar 5,70%. Gas metana paling besar yaitu 8,46% pada penambahan nutrisi urea dan yang paling rendah sebesar 4,57% pada penambahan nutrisi campuran.

Pada produksi biogas dari *vinasse* pada metode tanpa pengendalian pH dengan komposisi campuran umpan *vinasse*, rumen, urea pada pH awal 7 pada variasi pengenceran rasio 1:4 (TS 5.573%) sebesar 30.17 mL/g TS dan 1:5 (TS 4.64%) sebesar 27.22 mL/g TS. Kadar TS optimum untuk memproduksi biogas dari *vinasse* adalah 4-5% (Budiyono, 2013). Pada biogas dengan bahan substrat limbah cair tahu penambahan nutrisi urea 1 gram, 3 gram, dan 5 gram didapatkan hasil gas metana masing-masing sebesar 17,78%; 18,79%; dan 24,32%. Sedangkan biogas limbah cair tahu tanpa nutrisi sebesar 2,46%. (Darmanto, 2016). Pada kadar gas metana untuk bahan substrat dari limbah cair kelapa sawit dengan variasi nutrisi urea yang paling besar diperoleh pada penambahan 2 gram urea sebesar 0,46% dan yang terendah pada penambahan 10 gram urea sebesar 0,11%. Sedangkan pada nutrisi campuran urea dan gula merah tertinggi pada variabel ke 6 gram sebesar 0,24% dan terendah pada variabel 2 gram sebesar 0,01% (Darmanto, 2016)..

Menurut Simamora (2006) pada umumnya komposisi biogas yaitu gas metana 50-70%; nitrogen 0-0,3%; karbondioksida 25-45%; hidrogen 1-5%; oksigen 0,1-0,5%; hidrogen sulfida 0-3%. Akan tetapi dalam penelitian ini kadar gas metana yang dihasilkan masih dibawah 50 %. Dari penelitian biogas limbah cair batang aren dibandingkan dengan biogas yang sudah dibuat gas metana yang dihasilkan kurang memenuhi standar pada komposisi biogas yang seharusnya.

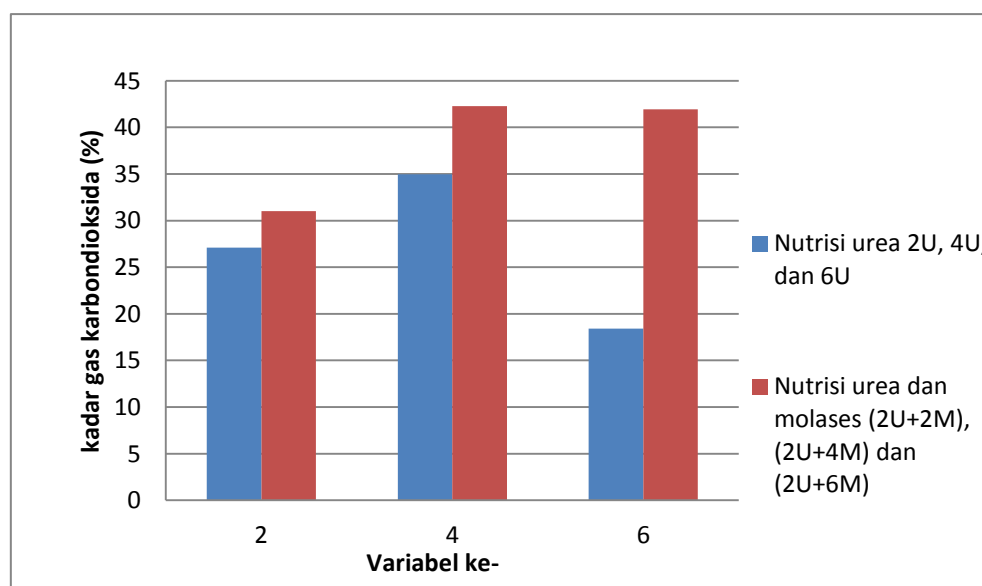
3.3. Gas Karbondioksida (CO₂)

Dari Analisa menggunakan alat GC yang dilakukan didapatkan hasil gas karbondioksida pada tiap sampel sebagai berikut :

Tabel 3. Kadar gas karbondioksida yang dihasilkan

No	Variabel penambahan urea (U) (gram) dan molases (M) (mL)	Kadar gas karbondioksida (%)
1	2U	27,09
2	4U	34,95
3	6U	18,43
4	2U + 2M	31,03
5	2U + 4M	42,29
6	2U + 6M	41,95
7	Tanpa Nutrisi	24

Dari data Tabel 3. diperoleh hasil kadar gas karbondioksida pada penelitian diolah menjadi Gambar 3. dibawah ini :



Gambar 3. Hubungan kadar gas Karbondioksida (CO₂) dengan variasi nutrisi

Berdasarkan Gambar 3 diatas didapatkan hasil Karbondioksida (CO₂) yang cukup tinggi. Kadar gas CO₂ tersebut lebih besar dibandingkan dengan hasil kadar gas metana. Pada variasi penambahan nutrisi urea dan campuran hasil kadar gas CO₂ mengalami naik turun. Dimana kadar gas CO₂ paling besar yaitu pada variasi penambahan nutrisi

campuran 2 urea dan 4 molases yaitu sebesar 42.29%, dan kadar CO₂ yang paling kecil yaitu pada variasi nutrisi urea 6 yaitu sebesar 18.43%.

Kadar gas CO₂ pada biogas substrat limbah cair tahu dengan penambahan nutri urea 1 gram, 3 gram, 5 gram masing-masing sebesar 36,88%; 29,27%; dan 29,95%. Sedangkan biogas pada substrat limbah cair kelapa sawit terbesar dengan variasi urea 2 gram sebesar 70,82%, dan terendah pada variasi 24,29%. Pada variasi campuran urea dan gula merah kadar CO₂ tertinggi dan terendah masing-masing pada variabel 6 gram sebesar 76,84% dan variasi 10 gram sebesar 36,59% (Darmanto, 2016). Besarnya kadar CO₂ yang didapatkan berbanding terbalik dengan gas metana yang terbentuk hanya rendah. Sedangkan komposisi umum biogas yang ingin diperoleh gas metana lebih besar daripada gas CO₂. Pada umumnya komposisi biogas yaitu gas metana 50-70%; nitrogen 0-0,3%; karbondioksida 25-45%; hidrogen 1-5%; oksigen 0,1-0,5%; hidrogen sulfida 0-3% (Simamora, 2006).

Kadar gas CO₂ yang cukup tinggi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu metode fermentasi, komposisi umpan, pH awal fermentasi, pengaruh penambahan urea sebagai nutrisi dan variasi pengenceran umpan (Budiyono, 2013). Menurut Yani dan Darwis (1990) Nilai pH terbaik dalam memproduksi biogas berkisar antara 7,0. Apabila nilai pH di bawah 6,5, aktivitas bakteri metanogen akan menurun dan pH di bawah 5,0 aktivitas fermentasi akan terhenti. Selain pH, faktor yang berpengaruh yaitu adalah suhu. Perubahan suhu di lingkungan sekitar dapat mempengaruhi suhu di dalam tabung digester. Sehingga hal tersebut juga akan mempengaruhi aktifitas bakteri di dalam proses fermentasi. Menurut Sahidu (1983), suhu optimum pertumbuhan bakteri anaerobik berkisar antara 30-35°C.

Faktor yang lain adalah waktu fermentasi. Waktu fermentasi yang kurang optimal mengakibatkan gas metana yang terbentuk hanya sedikit dan gas CO₂ akan lebih besar. Hal tersebut dikarenakan proses pembentukan gas metana masih dalam tahap *acidogenesis* dan atau *acetogenesis*. Dimana proses yang terjadi Etanol, asam propionat, dan asam butirat dirubah menjadi asam asetat oleh bakteri asetogenik dengan reaksi seperti berikut (Said, 2006).

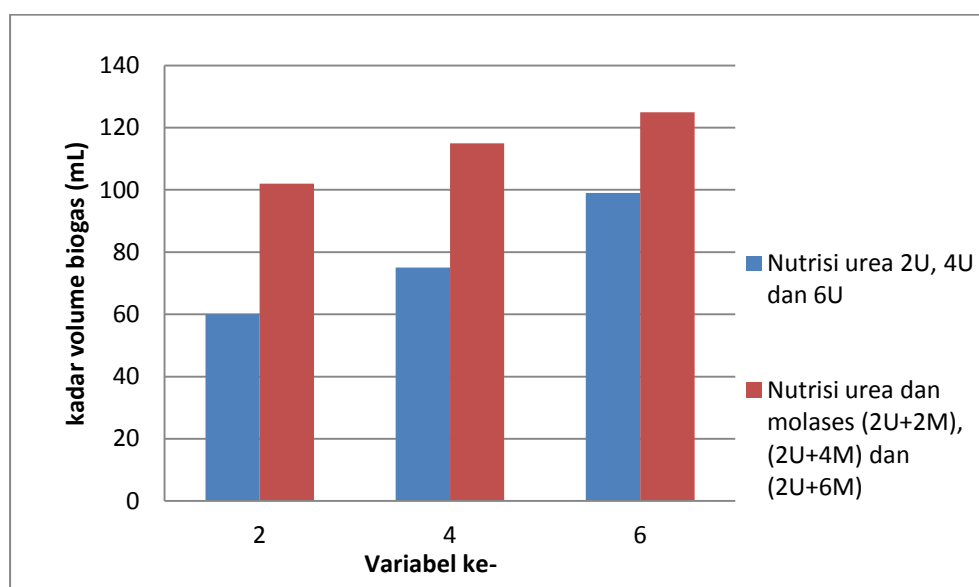
3.4. Volume Biogas

Dari pengukuran volume biogas yang telah dilakukan, didapatkan data volume biogas sebagai berikut :

Tabel 4. Volume biogas yang dihasilkan

No	Variabel penambahan urea (U) (gram) dan molases (M) (mL)	Volume (mL)
1	2U	60
2	4U	75
3	6U	99
4	2U + 2M	102
5	2U + 4M	115
6	2U + 6M	125
7	Tanpa Nutrisi	50

Data hasil volume biogas yang didapatkan diolah menjadi Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Hubungan volume biogas dengan variasi nutrisi

Dari Gambar 4 dapat diketahui volume biogas yang dihasilkan dari nutrisi urea dan nutrisi campuran urea dengan molases. Hasil diatas didapatkan volume yang meningkat pada setiap penambahan nutrisi dibandingkan tanpa pemberian nutrisi. Dimana volume tanpa nutrisi sebesar 50 mL. Pada hasil volume biogas ini didapatkan peningkatan pada biogas dengan penambahan nutrisi pada tiap-tiap variabel. Pada penambahan nutrisi urea pada variabel masing-masing ke 2, 4 dan 6 didapatkan volume sebesar 60 mL, 75 mL dan 99 mL. Sedangkan pada penambahan nutrisi campuran urea dengan molases pada variabel 2U + 2M, 2U + 4M, dan 2U + 6M didapatkan volume sebesar 102 mL, 115 mL, dan 125 mL. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kondisi paling optimal pada penambahan nutrisi urea dengan molasses pada variabel 2U + 6M.

Volume biogas substrat limbah cair tahu variasi urea 1, 3, dan 5 gram yang dihasilkan masing-masing sebesar 170 mL, 110 mL, dan 65 mL. Sedangkan substrat limbah cair kelapa sawit volume biogas terbesar pada variasi nutrisi urea 2 gram sebesar 1175 mL yang terendah pada nutrisi campuran urea dengan gula merah sebesar 575 mL (Darmanto, 2016).

Dari penjelasan diatas dapat dilihat bahwa dengan penambahan massa nutrisi urea biogas akan mengalami keadaan nitrogen terlalu banyak (rasio C/N besar), nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhannya dan hanya sedikit sekali yang bereaksi dengan karbon, sehingga nilai volume biogas yang dihasilkan semakin meningkat hal tersebut terjadi pada masing-masing variasi urea serta variasi campuran. Namun dari data volume biogas yang tinggi belum tentu menghasilkan komposisi kadar gas metana yang tinggi pula. Karena volume biogas tidak mempengaruhi komposisi biogas yang terbentuk. Hal ini dibuktikan pada sampel variasi nutrisi campuran, yaitu volume biogas yang tinggi namun kadar metana kecil.

3.5. Uji Nyala Api

Dari pengukuran Nyala api dari biogas yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Uji Nyala api pada biogas yang dihasilkan

No	Variabel ke	uji nyala	
		Hembusan	Warna
1	Tanpa Nutrisi	Kecil	Biru
2	2U	agak besar	Biru
3	4U	agak besar	Biru
4	6U	agak besar	Biru
5	2U + 2M	Kecil	Biru
6	2U + 4M	Kecil	Biru
7	2U + 6M	Kecil	Biru

Menurut Deublein *et al.*(2008), biogas setidaknya mengandung 45% metana agar dapat menghasilkan nyala api. Namun pada tabel 4.3. didapatkan gas metana yang dihasilkan masih kurang optimal dimana kurang dari 10%. Karena disebabkan beberapa faktor yang paling dominan yaitu metode fermentasi meskipun begitu masih dilakukan fermentasi tambahan selama 4 minggu dan dihasilkan bisa menyalakan api. Dari Tabel 5.

dapat dilihat bahwa adanya nyala api dengan warna nyala api biru pada penelitian biogas yang dilakukan, dimana warna api biogas dominan berwarna biru. Hal ini biogas yang dihasilkan sudah lebih dari 45%. Dalam pengujian ini fermentasi yang dilakukan selama 4 bulan masih kurang optimal.

4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pada variabel tanpa nutrisi biogas mempunyai kadar gas metana sebesar 3,81 % dan gas karbondioksida (CO_2) sebesar 24 %.
- 2) Biogas dengan kadar metana yang paling rendah dihasilkan yaitu pada variasi nutrisi campuran 2 urea dengan 4 molasses sebesar 4,57 %. Sedangkan biogas dengan kadar metana yang paling tinggi yaitu pada variasi nutrisi urea 4 yaitu sebesar 8,46 %.
- 3) Biogas dengan kadar gas CO_2 yang paling rendah didapatkan dari variasi nutrisi urea 6 sebesar 18,43 %, sedangkan biogas dengan kadar gas CO_2 yang paling tinggi pada variasi nutrisi campuran 2 urea dengan 4 molasses sebesar 42,29 %.
- 4) Volume biogas yang paling rendah yaitu pada variasi nutrisi urea 2 sebesar 60 mL, sedangkan volume yang paling besar yaitu pada variasi nutrisi campuran 2 urea dengan 6 molasses sebesar 125 mL.
- 5) Penambahan nutrisi pada suatu substrat bahan organik pembuatan biogas kadar gas metana yang terbentuk terjadi kenaikan, namun pada penambahan nutrisi tertentu mempunyai kadar gas metana yang paling tinggi pada urea 4 sebesar 8,46 %.
- 6) Pada penelitian biogas ini, kadar gas metana yang dihasilkan kurang dari standar. Namun pada uji nyala api muncul api dari gas tersebut, hal ini bisa dikatakan biogas dapat digunakan.
- 7) Faktor yang berpengaruh dalam proses pembentukan biogas antara lain : pH, suhu, dan waktu maupun metode fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiyono, Mariyah E. P., Ignata N. S. Y. 2013. *The influence of fermentation method, feed composition, variations in the initial pH of fermentation and feed dilution to the biogas production from vinasse*, jurnal 2 vol 9:1-12.
- Corbitt. A.1889. *Standard Handbook of Environmental Engineering*. McGraw Hill, Inc
- Darmanto. 2016. *Pengaruh penambahan nutrisi terhadap produksi biogas dari limbah cair industri tahu*. laporan penelitian teknik kimia. UMS

- Deublein, D. and A. Steinhauser. 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources, An Introduction*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. p.13.
- Firdayati, M dan Marisa Handayani..2005. *Studi Karakteristik Dasar Limbah Industri 158 Tepung Aren*. Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan. 1. 2
- Hidayat. Arif dkk. 2012. *Pengembangan teknologi pembangkitan biogas dari limbah tanaman pisang (bonggol, batang, pelepah daun, kulit pisang, pisang tidak layak jual, dan lain-lain) untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar rumah tangga*. UII Yogyakarta
- Indriyani. 2009. *Pemanfaatan limbah rumah makan dan industri gula (molase) untuk produksi biogas*. Skripsi jurusan Biologi. UNS
- Permata, A.T. 2012. *Pengaruh Amoniasi Dengan Urea Pada Ampas Tebu Terhadap Kandungan Bahan Kering, Serat Kasar Dan Protein Kasar Untuk Penyediaan Pakan Ternak*. Artikel Ilmiah. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Pindo. 2007 dalam jurnal Hidayat, Arif dkk. 2012. *Pengembangan teknologi pembangkitan biogas dari limbah tanaman pisang (bonggol, batang, pelepah daun, kulit pisang, pisang tidak layak jual, dan lain-lain) untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar rumah tangga*. UII Yogyakarta
- Sahidu, S. 1983. *Kotoran Ternak Sebagai Sumber Biogas*. Dewaruci. Jakarta.
- Sa'id, E.G. 2006. *Bioindustri: Penerapan Teknologi Fermentasi*. Jakarta: PTMediatama Sarana Perkasa
- Simamora. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas Dari Kotoran Ternak*. Penerbit Jakarta.
- Slamet, Agus. 2010. *Memfaatkan limbah cair industri tepung aren menjadi energi alternatif*. Jurnal Teknik Mesin Polines, Vol 2, No. 4. Semarang
- Suriawiria. U. 2005. *Menuai Biogas dari Limbah*. Pikiran Rakyat. CyberMedia
- Wati. 2011. *Pembuatan biogas dari limbah cair industri bioetanol melalui proses anaerob (fermentasi)*. International Journal of Science and Engineering, 2 (1). pp. 4-8. Semarang
- Yani M, Darwis AA. 1990. *Diktat Teknologi Biogas*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi-IPB. Bogor
- Yumaihana, Y. & Aini, Q. (2009). *Pemanfaatan tebu untuk produksi bioetanol.*, dari: <http://ditjenbun.deptan.go.id/bbp2tpsurl/bioetanol.pdf> .diunduh tanggal 28 Agustus 2016