

PENGARUH PENAMBAHAN KOTORAN SAPI DAN ENCENG GONDOK (*EICCHORNIA CRASSIPES*) TERHADAP PRODUKSI BIOGAS DARI LIMBAH JEROAN IKAN

Rosita Dwityaningsih dan Nurlinda Ayu Triwuri
*Program Studi Teknologi Rekayasa Pengendalian Pencemaran Lingkungan,
Politeknik Negeri Cilacap
E-mail : rosita.dwityaningsih2@gmail.com*

ABSTRACT

The purposed of this research to study effect of adding cow dung and water hyacinth to improve biogas production from fish waste. The method of this research used experimental method at batch anaerob reactor and absortion carbon atom used NaOH solution. The result of this research analysis used describtion method. The observed of parameter included accumulation of biogas production and also parameter at slurry incuded temperature and pH. Qualitative parameter is test of flame of biogas. The conclusion value of pH from this research between control reactor, A1 reactor (fishwaste: cow dung: water hyacinth= 2:9:3), A2 reactor (fishwaste: cow dung: water hyacinth= 1:4:2), A3 reactor (fishwaste: cow dung: water hyacinth= 1:3:3) is 5 to 10. Temperature range in 28 °C to 31°C. The result indicated the different composition of subtrat slurry from fishwaste, cow dung and water hyacinth in scale 2:9:3 (A1 reactor) produced biogas accumulation and metana the most than the others reactor.

Keywords: Batch anaerobic digester, fishwaste, cow dung, water hyacinth

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi untuk aktivitas manusia pada saat ini paling banyak berasal dari energi fosil. Salah satu energi fosil yang masih menjadi pilihan utama adalah energi dari minyak bumi yang termasuk sumber energi yang tak terbarukan. Pada saat ini kebutuhan energi untuk memenuhi kebutuhan manusia yang jumlahnya semakin meningkat sudah tidak dapat dipenuhi dari energi minyak bumi. Krisis energi sudah mulai dirasakan tidak hanya di Indonesia tetapi hampir seluruh negara di dunia juga merasakan krisis energi ini. Sehingga hampir semua negara di dunia berusaha untuk menemukan energi alternatif. Indonesia yang menggantungkan 47% energinya kepada minyak bumi, cadangan yang dimilikinya hanya cukup untuk bertahan 12 tahun ke depan (Plt Kepala Divisi Formalitas Satuan Kerja Khusus Minyak dan Gas Bumi/SKKMigas, Didik Setyadi, (<http://biz.kompas.com/read/2017>)) sehingga di Indonesia banyak

dimunculkan energi alternatif lain sebagai sumber energi pengganti minyak bumi. Salah satu energi alternatif yang saat ini sedang dikembangkan di Indonesia adalah energi dari biogas. Biogas merupakan gas yang sebagian besar komposisinya adalah gas metana, di hasilkan dari proses peruraian bahan organik oleh bakteri penghasil metana secara anaerob. Biogas memiliki energi kalor yang tinggi dan tidak jauh berbeda dengan energi kalor yang dimiliki energi fosil. Nilai kalori dari 1 m³ biogas setara dengan 0,6 – 0,8 Liter minyak tanah. Oleh karena itu biogas sangat cocok sebagai bahan pengganti dari bahan bakar fosil.

Biogas dapat diolah dari limbah organik yang dihasilkan dari limbah pertanian, limbah perikanan, limbah rumah tangga dan limbah industri. Pada limbah perikanan yang terdiri dari kepala, jeroan, darah ikan dan limbah cair dari sisa pengolahan ikan juga banyak mengandung senyawa organik yang tinggi sehingga cocok digunakan sebagai bahan pembuatan biogas. Salah satu limbah perikanan yang sangat potensial untuk dijadikan bahan pembuat biogas adalah limbah jeroan ikan karena mengandung kadar protein dan lemak yang tinggi Kurniawan *et al* (2016), Menurut Bhaskar dan Mahendrakar (2008) dalam Cahyo (2016), jeroan ikan mempunyai protein dan lemak tak jenuh yang tinggi. Hal ini membuat limbah jeroan ikan akan mudah mengalami pembusukan dan akan menjadi masalah lingkungan apabila di buang begitu saja tanpa mengalami penanganan terlebih dahulu. Sehingga selain untuk mengurangi pencemaran lingkungan, pemanfaatan limbah jeroan ikan ini juga akan menghasilkan biogas sebagai sumber energi terbaharukan di masa mendatang.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengoptimalan proses pembuatan biogas dari limbah jeroan ikan. Pembuatan biogas dilakukan dengan proses anaerobic *co-digestion* enceng gondok dan kotoran sapi. Proses *co-digestion* pada proses pembuatan biogas bermanfaat untuk menyeimbangkan rasio C/N dalam reaktor sehingga proses anaerobik lebih stabil. Dalam proses *co-digestion* limbah jeroan ikan, bakteri penghasil metana diharapkan bisa mendapatkan substrat nutrisi lebih dari satu yang bisa didapatkan nutrisi dari enceng gondok dan kotoran sapi.

Enceng gondok merupakan tanaman air yang dimasukkan dalam golongan gulma. Di permukaan air, enceng gondok sangat mudah berkembang, sehingga

dalam waktu yang singkat bisa menutupi permukaan perairan dan akan mengurangi suplai oksigen di dalam perairan dan menghambat masuknya matahari di dalam air yang merupakan sumber kehidupan, sehingga akan membahayakan kehidupan di dalam air. Melalui berbagai penelitian, salah satu cara pengendalian tanaman ini adalah dengan memanfaatkan menjadi produk yang bermanfaat salah satunya adalah biogas. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Njogu *et al* (2015), tanaman enceng gondok merupakan substrat yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar biogas, namun memerlukan waktu lama untuk menghasilkan produksi biogas yang maksimal. Sehingga diharapkan dari penelitian ini dengan melakukan proses *co-digestion* limbah jeroan ikan, enceng gondok dan kotoran sapi akan dapat memenuhi C/N rasio yang seimbang yang memenuhi standar C/N rasio biogas yaitu antara 20-30 dan mendapatkan produksi biogas yang maksimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biogas

2.1.1. Definisi dan kegunaan

Menurut Kurniawan *et al.* (2016), biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan relatif sederhana yang dihasilkan oleh fermentasi anaerobik dari bahan-bahan organik. Menurut Abbasi *et al* (2012) dalam Liliyasi, G.A.A (2016) biogas adalah campuran beberapa gas yang dapat terbakar dan berasal dari bahan organik yang telah mengalami dekomposisi secara anaerobik.

Biogas bisa dikategorikan sebagai bioenergi, karena energi dihasilkan dari biomass. Biomassa adalah bahan organik yang umurnya relatif muda berasal dari kehidupan atau produk dan industri peternakan dan perikanan). Biogas adalah produk akhir gas degradasi pencernaan /anaerobik(di lingkungan tanpa oksigen) oleh bakteri menthanogen.(Pratama,P.N *et al*, 2012)

2.1.2. Proses Produksi Biogas

Menurut Deublin dan Steinhauer (2008), proses kerja komunitas bakteri ini dalam menghasilkan metana adalah proses yang kompleks. Tahapan proses

produksi biogas tersebut dapat dibagi menjadi 4 (empat) degradasi yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis.

Pada tahap hidrolisis, bahan-bahan biomassa yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan bahan ekstraktif seperti protein, karbohidrat dan lipida akan diuraikan menjadi senyawa dengan rantai yang lebih pendek. Sebagai contoh polisakarida terurai menjadi monosakarida sedangkan protein terurai menjadi peptida dan asam amino (Liliasari,G.A.A, 2016).

Tabel 2.1. Tahapan pembentukan metana.

| Bahan organik | Tahapan | | | |
|---------------|------------|---|--|------------------------|
| | Hidrolisis | Asidogenesis | Asetogenesis | Metanogenesis |
| Karbohidrat | Gula | Asam Organik, Alkohol, Hidrogen, CO ₂ , Amonia | Asam Asetat, Hidrogen, CO ₂ | Metan, CO ₂ |
| Lemak | Asam lemak | | | |
| Protein | Asam amino | | | |

Sumber : Al Saedi (2008)

a. Fase Hidrolisis

Menurut Al-Saedi, 2008, hidrolisis merupakan langkah pertama dalam proses fermentasi anaerob, yaitu dengan mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selama proses hidrolisis, polimer-polimer seperti karbohidrat, lemak, dan protein diubah menjadi glukosa, gliserol, dan asam amino. Pada tahap pertama (hidrolisis), senyawa terlarut, seperti selulosa, protein, dan lemak di retakan menjadi monomer (fragmen yang dapat larut dalam air) oleh exoenzim (hidrolase) bakteri anaerob fakultatif dan obligatorina. Sebenarnya, ikatan kovalen terbelah dalam reaksi kimia dengan air. Hidrolisis karbohidrat terjadi dalam beberapa jam, hidrolisis protein dan lipid dalam beberapa hari. Lignoselulosa dan lignin terdegradasi hanya secara perlahan dan tidak lengkap mikroorganisme aerobik fakultatif mengambil oksigen yang dilarutkan dalam air dan dengan demikian menyebabkan

potensi redoks rendah yang diperlukan untuk mikroorganisme anaerobik obligati (Deublein.D, et al, 2008).

b. Fase Asidogenesis

Monomer yang terbentuk dalam fase hidrolitik diambil oleh bakteri anaerobik fakultatif dan obligatorina yang berbeda dan terdegradasi pada tahap kedua, fase asamogenik, ke asam organik rantai pendek, molekul C_1 - C_5 (misalnya asam butirat, asam propionat, asetat, asetat asam) alkohol, hidrogen, dan karbon dioksida. konsentrasi ion hidrogen yang terbentuk antara mempengaruhi jenis produk fermentasi. Semakin tinggi tekanan parsial hidrogen, semakin sedikit senyawa yang berkurang, seperti asetat terbentuk. (Deublein.S, et al, 2008).

c. Fase Asetogenesis

Fase asetogen produk dari tahap asidogenik berfungsi sebagai substrat untuk bakteri lain, yaitu fase asetamin. Reaksi asetogenik bersifat endergonik dengan degradasi asam propionat diperlukan dan dengan degradasi etanol. Dalam fase asetogenik, mikroorganisme homoaketogenik terus mengurangi H_2 dan CO_2 exergonik menjadi asam asetat (Deublein.D, et al, 2008). Menurut Al Saedi, 2008, hasil metabolisme dari bakteri asidogenesis tidak dapat langsung dikonversi menjadi metana, tetapi melalui tahap asetogenesis terlebih dahulu. *Volatile Fatty Acid (VFA)* dan alkohol diubah oleh bakteri asetogenesis menjadi asam asetat, hydrogen dan CO_2 . Salah satu contoh bakteri asetogenesis yaitu *Acetobacter aceti*.

d. Fase Metagenesis

Metanogenesis merupakan langkah penting dalam seluruh proses digestasi anaerobik, karena proses reaksi biokimia yang paling lambat. Metagenesis ini sangat dipengaruhi oleh kondisi operasi. Komposisi bahan baku, laju umpan, suhu, dan pH adalah contoh faktor yang mempengaruhi proses pembentukan gas metan. *Digester over loading*, perubahan suhu atau masuknya besar oksigen dapat mengakibatkan penghentian produksi metana

(Deublein.D,et.al,2008). Produksi biogas dengan proses akhir metanogenesis akan menghasilkan gas yang jika dibakar.

2.1.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi biogas

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan biogas adalah kadar karbon dan nitrogen dalam bahan, kandungan air, derajat keasaman, temperatur pencernaan, pengadukan dan racun.

a. Kadar karbon dan nitrogen dalam bahan

Digester atau ruang pencernaan adalah tempat kehidupan bakteri dimana mereka makan, berkembang biak dan mengubah bahan organik menjadi bentuk lain. Unsur karbon dalam bentuk karbohidrat dan nitrogen dalam bentuk protein, asam nitrat, amonia dan lain-lain merupakan bahan makanan pokok bagi bakteri anaerobik. Unsur karbon (C) digunakan untuk energi dan unsur nitrogen (N) digunakan untuk membangun struktural sel dari pada bakteri. Bakteri memakan habis unsur C tiga puluh kali lebih cepat dari pada unsur N. Perbandingan C/N berkisar antara 16:1 sampai 25:1. Tetapi ini adalah sebuah indikasi karena nitrogen dapat mengikat struktur lignin. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan C/N perlu diperhatikan dalam pembentukan biogas. Rentang nilai rasio C/N antara 20 s.d 30 merupakan rentang optimum untuk proses penguraian anaerob (Deublin dan Steinhauser, 2008).

Kebutuhan untuk nutrien sangat rendah yang menunjukkan fakta bahwa dengan proses anaerob tidak terlalu banyak biomassa yang dihasilkan. Substrat dengan rasio C/N yang rendah akan menaikkan produksi nitrogen dan akan menghambat produksi metan. Rasio C/N yang tinggi akan mengurangi nitrogen berkonsekuensi negatif untuk pembentukan metan, energi dan hasil metabolisme struktur material dari mikroorganisme. Komposisi antara C dan N yang seimbang sangat diperlukan (Deublein dan Steinhauser,2008).

b. Kandungan Air

Mikroorganisme dalam kegiatannya akan membutuhkan air. Jumlah air yang dibutuhkan dalam pembentukan biogas tidak sama, tergantung dari

bahan-bahan yang digunakan. Secara umum, total solid dalam campuran kurang lebih 7 – 9% dari campuran.

c. Derajat Keasaman

Keasaman dari campuran ditunjukkan dari nilai pH-nya. pH berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri. Dalam hal ini kisaran pH yang diijinkan adalah 6,8 sampai 8,0. pada awal pencernaan ada kemungkinan pH akan turun, sehingga dibutuhkan buffer untuk menaikkan pH. Setelah pemberian buffer (larutan kapur), dan selama 2 sampai 3 minggu pH akan optimal, maka bakterimetanogenik akan berkembang biak dan mulailah produksi biogas.

d. Temperatur Substrat

Aktifitas bakteri penghasil biogas juga dapat dipengaruhi oleh suhu di dalam digester. Perubahan suhu yang mendadak dalam digester biogas dapat mengakibatkan penurunan produksi biogas secara cepat. Menurut Hartono (2009) dalam Liliyasi (2016), berdasarkan temperatur operasinya, proses anaerob secara garis besar diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *psycropil*, *mesophil* dan *thermophil*. Pada proses anaerobik, temperatur adalah sesuatu yang sangat penting karena temperatur sangat mempengaruhi kinerja dari bakteri metanogen. Temperatur kerja yang lebih tinggi akan memberikan hasil biogas yang lebih tinggi, namun pada temperatur yang terlalu tinggi bakteri akan mudah mati.

e. Kandungan oksigen

Bakteri pembentuk asam merupakan bakteri anaerob fakultatif, sehingga ada atau tidak ada oksigen pada bioreaktor tidak mempengaruhi proses pembentukan asam. Sedangkan bakteri metanogen yaitu bakteri anaerob obligat sehingga keberadaan oksigen dapat menghalangi proses pembentukan gas metana (Deublein, 2008)

2.3. Limbah Ikan

2.2.1. Karakteristik Limbah Ikan

Diperkirakan hampir 64 juta ton limbah ikan yang dihasilkan tiap tahun. Limbah ini terutama terdiri dari kepala, jeroan, tulang dan sisik, dan kaya lipid

dan protein. Limbah pengolahan ikan memiliki potensi besar untuk produksi energi. Kenaikan pengolahan limbah ikan dan perluasan energi terbarukan. Limbah seperti limbah ikan dan lumpur ikan, yang kaya akan lipida dan protein, keuntungannya memberi hasil metana tinggi, dan bisa jadi menarik sebagai substrat dalam proses anaerobik. (Kafle.G.K *et al*,2012)

Tabel 2.2. Hasil analisis komposisi limbah ikan

| No | Parameter yang diuji | Limbah ikan (%) | Ikan Olahan (%) | Tepung ikan (%) |
|----|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1. | Air | 7.34 | 10 | 12 |
| 2. | Kadar abu | 17.10 | 18 | 20.9 |
| 3. | Lemak | 10.37 | 10 | 8.4 |
| 4. | Protein | 53.85 | 60 | 53.3 |
| 5. | Serat kasar | 0.03 | 1 | - |

Sumber : Semarang Industry Service (dalam Pratama,PN 2012)

2.3. Enceng Gondok

Enceng gondok adalah tanaman perairan yang mempunyai nama latin *Eichhornia crassipes*, yang dapat berkembang dengan cepat di permukaan air. Tanaman ini biasanya hidup di permukaan sungai atau danau. Tanaman ini tumbuh secara vegetatif dengan menggunakan stolon. Keberadaannya yang sangat banyak pada permukaan air akan berakibat membahayakan bagi kehidupan biota yang berada di dalam air. Karena tanaman ini menutupi permukaan air sehingga akan mengurangi masuknya oksigen ke dalam air dan menghalangi cahaya matahari masuk ke dalam air. Karena keberadaannya sangat merugikan biota yang berada di dalam air, maka enceng gondok dimasukkan dalam salah satu jenis tanaman gulma.

Gulma ialah tumbuhan yang kehadirannya tidak dikehendaki oleh manusia. Keberadaan gulma menyebabkan terjadinya persaingan antara tanaman utama dengan gulma. Gulma yang tumbuh menurunkan hasil baik kualitas maupun kuantitasnya (Prayogo,D.P, *et al*, 2017). Gulma memiliki ciri khas diantaranya adalah pertumbuhan cepat, mempunyai daya saing yang kuat dalam memperebutkan faktor-faktor kebutuhan hidupnya, mempunyai

toleransi yang besar terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, mempunyai daya berkembang biak yang besar, alat perkembang biakkannya mudah tersebar melalui angin, air, maupun binatang, dan bijinya mempunyai sifat yang memungkinkannya untuk bertahan hidup dalam kondisi yang kurang menguntungkan (Avun, Y.M, 2015). Banyak negara menghabiskan dana samapai milyaran dollar untuk mengontrol keberadaan tanaman enceng gondok dan memanfaatkan untuk dijadikan produk yang bermanfaat. Karena enceng gondok merupakan tanaman yang mengandung bahan organik yang tinggi.

Tanaman enceng gondok mengandung bahan organik sebesar 78,47 %, C organik 21,23 % , N total 0,28 % , P total 0,0011 % dan K total 0,016% (Rozaq dan Novianto, 2000 dalam Moi, *et.al* 2015). Berdasarkan komposisi tersebut, enceng gondok merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biogas. Beberapa penelitian sudah dilakukan untuk memanfaatkan enceng gondok dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan biogas. Salah satunya penelitian yang sudah dilakukan oleh Njogu *et.al* (2015) adalah membandingkan biogas yang terbuat dari enceng gondok dan biogas yang terbuat dari kotoran sapi. Pada biogas yang di hasilkan dari enceng gondok memang memerlukan waktu yang lebih lama terbentuk bila di bandingkan biogas yang terbentuk dari kotoran sapi, akan tetapi produksi biogas yang di hasilkan dari enceng gondok memiliki waktu tinggal yang lebih lama sehingga akumulasi biogas yang dihasilkan lebih banyak dibanding dengan biogas yang didapatkan dari kotoran sapi.

2.4 *Co-Digestion*.

Penelitian tentang biogas dalam upaya untuk memaksimalakan produksi biogas terus dilakukan sejalan dengan meningkatnya kebutuhan energi dari biogas dan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pengolahan limbah yang baik. Salah satu metode yang berkembang dalam usaha meningkatkan produksi biogas adalah dengan proses *co-digestion*.

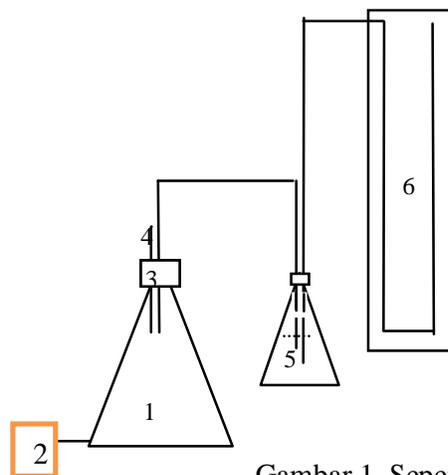
Kelebihan dari proses *co-digestion* adalah tercapainya keseimbangan nutrisi yang lebih baik. Keseimbangan nutrisi yang lebih baik akan meningkatkan kinerja proses dan juga akan meningkatkan *yield* biogas.

3. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah jeroan ikan, enceng gondok, kotoran sapi dan NaOH. Limbah jeroan ikan didapatkan dari TPI Cilacap, enceng gondok di dapatkan dari rawa di kompleks politeknik negeri cilacap, sedangkan kotoran sapi di ambil dari peternakan lomanis Cilacap. Limbah jeroan ikan, enceng gondok dan kotoran sapi digunakan sebagai bahan isian biodigester, sedangkan larutan NaOH digunakan untuk penjerap CO₂ dari biogas yang terbentuk sehingga dihasilkan biogas yang lebih murni.

Sebelum dilakukan pencampuran ketiga bahan tersebut limbah jeroan ikan dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan blender. Enceng gondok dipotong kecil-kecil kemudian di blender agar lebih mudah untuk mengalami degradasi. Kemudian ketiga bahan tadi di campur menjadi satu dan diaduk dan ditambahkan air dengan komposisi yang telah ditentukan, sedangkan larutan NaOH digunakan untuk bahan isian *gas bubbler*. Larutan NaOH 2 M diharapkan dapat menyerap gas CO₂ yang merupakan pengotor dari biogas yang terbentuk.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat biodigester skala laboratorium yang terdiri dari rangkaian berikut:



Keterangan:

1. Digester biogas
2. Pipa pengambilan sampel dari biodigester
3. Sumbat karet
4. Pipa pemasukan umpan
5. *Gas bubbler*
6. Pengukur volume biogas.

Gambar 1. Seperangkat alat biodigester.
(Sumber: Rancangan peneliti)

Pada penelitian ini dilakukan produksi biogas melalui proses *anaerobic co-digestion* secara *batch*. Pengukuran data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Pengukuran kualitatif dilakukan dengan mengamati nyala biogas yang

diharapkan yaitu nyala api warna biru. Pengukuran kuantitatif dilakukan dengan mengukur volume biogas yang terbentuk pengukuran pH, pengukuran suhu, pengukuran C/N *ratio* bahan isian biodigester. Setelah dilakukan pengukuran dan didapatkan data, kemudian data dilakukan analisis komparatif terhadap data yang di dapat untuk menarik kesimpulan.

Lokasi Penelitian adalah di laboratorium terpadu D-IV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah parameter kualitatif dan parameter kuantitatif. Parameter Kualitatif terdiri dari uji nyala biogas sedangkan parameter kuantitatif terdiri volume biogas, pengukuran pH, pengukuran suhu, pengukuran C/N *ratio* dari pengukuran bahan awal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model eksperimen. Metode eksperimen digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini. Pencarian data berbasis eksperimen di laboratorium dengan mencobakan penggabungan beberapa substrat dengan perhitungan tertentu yang disebut metode *co-digestion* untuk menghasilkan produksi biogas yang maksimal, pH optimal, suhu reaksi optimal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan biogas yang dianalisis kadar C/N rasionya adalah kotoran sapi, enceng gondok, dan jeroan ikan. Analisis dilakukan pada bulan Juni 2018 - Agustus 2018 di Laboratorium Tanah/Sumber Daya Lahan Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto. Analisis C/N rasio dilakukan dengan metode kalkulasi dengan menghitung kadar karbon organik (% C) dan kadar Nitrogen total (%N) masing-masing bahan. Analisis penghitungan kadar karbon organik total dilakukan dengan metode Kolorimetri sedangkan analisis kadar nitrogen total dilakukan dengan metode *Kjeldahl*. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Bahan

| Parameter | Satuan | Kotoran sapi | Enceng Gondok | Jeroan Ikan |
|----------------|--------|--------------|---------------|-------------|
| Karbon organik | % | 36,215 | 33,996 | 39,174 |
| Nitrogen Total | % | 1,691 | 2,694 | 9,866 |
| C/N ratio | | 21,42 | 12,62 | 3,97 |

Dari hasil analisa bahan biogas, dapat dilihat bahwa C/N rasio pada bahan jeroan ikan belum sesuai dengan syarat C/N rasio ideal terjadinya biogas yaitu 20-30. Sehingga perlu ditambahkan bahan organik yang mempunyai C/N rasio yang lebih tinggi. Apabila dilihat dari hasil analisis bahan organik yang mempunyai C/N rasio paling tinggi dari ketiganya adalah C/N rasio pada kotoran sapi yaitu sebesar 21,42 %.

Hasil yang didapatkan dari analisis C/N rasio tersebut sebagai dasar untuk menentukan komposisi bahan isian biodigester. Setelah melalui perhitungan tertentu, komposisi bahan isian biodigester dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi bahan dalam biodigester.

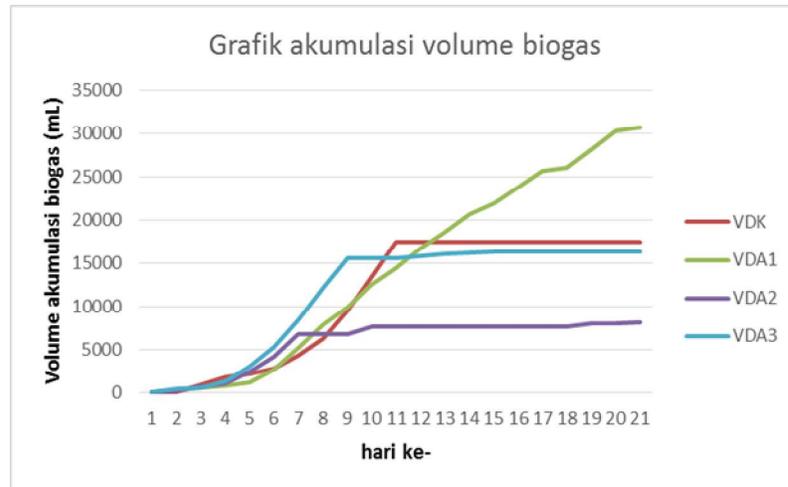
| Reaktor | Enceng gondok (gram) | Kotoran Sapi (gram) | Air (gram) | Jeroan Ikan (gram) | Total |
|---------|----------------------|---------------------|------------|--------------------|-------|
| DK | 0 | 0 | 630 | 210 | 840 |
| DA1 | 45 | 135 | 630 | 30 | 840 |
| DA2 | 60 | 120 | 630 | 30 | 840 |
| DA3 | 90 | 90 | 630 | 30 | 840 |

Keterangan: DK = Digester kontrol

Volume Produksi Biogas.

Dari hasil penelitian selama 20 hari pengukuran didapatkan data volume akumulasi biogas masing-masing digester. Volume biogas akumulasi untuk digester kontrol adalah 17449 ml, sedangkan volume biogas akumulasi untuk

digester kontrol A1, A2,A3 secara berturut-turut adalah 30647 ml, 8221mL, 16.267 mL. Hasil produksi biogas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 2. Grafik akumulasi volume biogas.

Dilihat dari grafik akumulasi volume biogas selama 20 hari didapatkan volume akumulasi terbanyak didapatkan dari proses *anaerobic* pada digester VDA1 yaitu sebanyak 30.647 ml. Apabila dibandingkan dengan digester kontrol yang hanya berisi limbah jeroan ikan maka telah terjadi kenaikan produksi biogas sebesar 175 % pada digester DA1. Sedangkan apabila digester kontrol dibandingkan dengan digester A2 dan A3, tidak mengalami kenaikan volume akumulasi biogas bahkan mengalami penurunan volume biogas.

Produksi biogas pada digester A1 dan digester kontrol dengan perbedaan komposisi substrat mengalami perbedaan volume biogas yang signifikan. Pada digester A1 selain dari limbah jeroan ikan juga mengandung substrat dari kotoran sapi dan enceng gondok sedangkan pada digester kontrol hanya mengandung substrat limbah jeroan ikan saja. Hal itu dikarenakan pada digester kontrol yang hanya berisi limbah jeroan ikan mengandung C/N rasio yang rendah yaitu 3,7 sehingga dapat dilihat bahwa limbah ikan mempunyai nitrogen yang tinggi. nitrogen akan dicerna oleh bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan protein dan tidak akan bereaksi lagi pada kandungan karbon yang tersisa pada substrat, sebagai hasilnya produksi gas akan rendah. Sedangkan pada digester A1 mengandung substrat dengan komposisi kotoran sapi yang paling banyak. Dimana

kotoran sapi mempunyai C/N rasio yang tinggi. Hal itu berarti bahwa kotoran sapi mengandung karbon tinggi dan mengandung nitrogen yang rendah. Unsur karbon (C) digunakan untuk energi dan unsur nitrogen (N) digunakan untuk membangun struktural sel dari pada bakteri. Bakteri memakan habis unsur karbon tiga puluh kali lebih cepat dari pada unsur nitrogen (Deublin dan Steinhauser, 2008). Sehingga pada digester A1 terbentuk biogas yang lebih banyak apabila dibandingkan dengan digester kontrol. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa dengan proses *anaerobic co-digestion* dengan penambahan enceng gondok dan kotoran sapi akan meningkatkan produksi biogas.

Derajat Keasaman (pH) dan Suhu.

Hasil pengamatan pH dan suhu biogas secara periodik setiap 4 hari selama 20 hari adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengamatan pH dan suhu setiap 4 hari selama 20 hari

| Hari ke- | pH DK | Suhu DK (°C) | pH DA1 | Suhu DA1 (°C) | pH DA2 | Suhu DA2 (°C) | pH DA3 | Suhu DA3 (°C) |
|----------|-------|--------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
| 0 | 7,5 | 29 | 7 | 29 | 7 | 29 | 7 | 29 |
| 4 | 7,5 | 29,8 | 5 | 30 | 5 | 29,5 | 5 | 28,5 |
| 8 | 7 | 28,5 | 5 | 28 | 5 | 28,5 | 7 | 29 |
| 12 | 10 | 28,5 | 5 | 28 | 5 | 28 | 9 | 28 |
| 16 | 9 | 30 | 5 | 30 | 5 | 30 | 9 | 29 |
| 20 | 10 | 31 | 5 | 31 | 5 | 31 | 10 | 30 |

pH merupakan salah satu faktor penting dalam proses fermentasi anaerob (Yadvika *et al*, 2004). Derajat keasaman dalam digester harus dijaga pada kisaran 6,8 – 7,2. Derajat keasaman optimum pada *slurry* bertujuan agar proses hidrolisis pada substrat berlangsung optimal dan dapat mempengaruhi proses selanjutnya yaitu asidifikasi dan metanasi. Bakteri akan bekerja aktif pada rentang pH yang spesifik dan menunjukkan aktivitas maksimum pada pH optimum. Derajat keasaman optimum yang dibutuhkan bakteri asidogenik adalah 5 sampai 6,5, sedangkan pH optimum untuk bakteri metanogenesis yaitu di atas 6,5 (Sharifani dan Soewondo 2009).

Reaktor kontrol mengalami kenaikan pH selama proses anaerobic. Pada hari ke-12 digester kontrol mengalami kenaikan pH yang cukup signifikan yaitu dari pH 7 naik ke pH 10. Sehingga pada digester kontrol bisa dilihat bahwa pada hari

ke- 8 proses dalam biodigester mengalami fase asetogenik, yaitu fase pembentukan *volatil fatty acid* ditandai dengan penurunan pH. Kemudian pada hari ke-12 hasil pengukuran pH mengalami peningkatan menjadi 10. Hal ini berarti proses dalam digester kontrol sudah mencapai fase metagenik. Menurut Sharifani, dkk, pH optimum untuk bakteri metanogenesis yaitu diatas 6,5. Sedangkan untuk digester yang berisi campuran substrat *co-digestion* limbah jeroan ikan, kotoran sapi dan enceng gondok yaitu DA1 dan DA2 cenderung mengalami penurunan pH pada hari ke-4 sampai hari ke-20. Kondisi pH yang turun menjadi 5 menandakan bahwa digester tersebut mengalami fase asidogenik, dimana kondisi pH cenderung asam dan pada pH 5 sampai 6,5 adalah pH optimum untuk bakteri asidogenik. Sedangkan pada digester DA3 terlihat bahwa hari ke 4 digester sudah mengalami penurunan pH yaitu pH 5. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada digester mengalami fase asidogenik yaitu ditandai dengan penurunan pH. Kemudian pada hari ke-12 sampai ke-20 pH cenderung naik signifikan yang menunjukkan bahwa pada hari ke-12 sampai ke-20 digester sudah mengalami fase metanogenik.

Suhu adalah parameter proses yang memegang peranan sangat penting. Proses fermentasi anaerob sangat peka terhadap perubahan suhu. Produksi biogas akan menurun secara cepat akibat perubahan temperatur yang mendadak dalam reaktor. Bakteri metanogenik berkembang lambat dan sensitif terhadap perubahan mendadak pada kondisi-kondisi fisik dan kimiawi. Bakteri anaerobik dapat bertahan dari suhu beku sampai dengan suhu 70 °C, namun bekerja optimum pada suhu mesofilik (25-40 °C, dengan suhu optimum 35 °C) atau suhu termofilik (50-65 °C, dengan suhu optimum <55 °C) (Kurniawan, dkk, 2016). Suhu yang optimum juga menjadi salah satu syarat agar proses *anaerob* dapat terjadi dengan cepat dan produksi biogas yang dihasilkan banyak serta berkualitas bagus. Hal ini dikarenakan bakteri sangat berpengaruh terhadap kondisi suhu. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada tabel 3. Pada hari ke-8 suhu didalam reaktor kontrol, A1 dan A2 mengalami penurunan dan mengalami suhu konstan. Suhu konstan ini dapat terjadi akibat adanya aktifitas mikroorganisme yang mendegradasi substrat didalam reaktor.

Dengan melihat perubahan suhu dari keempat biodigester ini dapat disimpulkan bahwa bakteri anaerob yang bekerja pada reaktor adalah bakteri mesofilik. Bakteri mesofilik dapat bertahan pada perubahan suhu lingkungan. Suhu yang baik untuk proses pembentukan biogas berada dalam kisaran 20-40 °C dan temperatur optimum berada dalam kisaran 28-30 °C. Maka dari itu penggunaan suhu temperatur lokal sudah dinilai relatif baik dalam menghasilkan biogas. (Kurniawan, dkk, 2016).

Nyala Biogas

Hasil pengamatan uji nyala biogas secara setiap hari selama 20 hari terdapat dalam tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pengamatan uji nyala biogas

| Hari ke - | Uji Nyala DK | Uji Nyala DA1 | Uji Nyala DA2 | Uji Nyala DA3 |
|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 0 | Belum Ada | Belum Ada | Belum Ada | Belum Ada |
| 1 | Warna Kuning | Warna Merah | Warna Merah | Belum Ada |
| 2 | Warna Kuning | Warna Merah | Warna Merah | Warna Merah |
| 3 | Warna Kuning | Warna Merah | Warna Merah | Warna Merah |
| 4 | Warna Kuning | Warna Kuning | Warna Kuning | Warna Kuning |
| 5 | Warna Kuning | Warna Biru | Warna Biru | Warna Biru |
| 6 | Warna Kuning | Warna Biru | Belum Ada | Warna Kuning |
| 7 | Warna Biru | Warna Kuning | Belum Ada | Warna Kuning |
| 8 | Warna Kuning | Warna Kuning | Warna Kuning | Belum Ada |
| 9 | Warna Kuning | Warna Kuning | Belum Ada | Belum Ada |
| 10 | Belum Ada | Warna Kuning | Warna Kuning | Warna Kuning |
| 11 | Belum Ada | Warna Kuning | Belum Ada | Warna Kuning |
| 12 | Belum Ada | Warna Kuning | Belum Ada | Warna Kuning |
| 13 | Warna Kuning | Warna Biru | Belum Ada | Warna Kuning |
| 14 | Warna Kuning | Warna Kuning | Warna Kuning | Belum Ada |
| 15 | Warna Kuning | Warna Kuning | Belum Ada | Belum Ada |
| 16 | Belum Ada | Warna Kuning | Warna Kuning | Warna Kuning |
| 17 | Belum Ada | Warna Kuning | Belum Ada | Warna Kuning |
| 18 | Belum Ada | Warna Kuning | Belum Ada | Warna Kuning |
| 19 | Belum Ada | Warna Kuning | Belum Ada | Belum Ada |
| 20 | Belum Ada | Warna Kuning | Belum Ada | Belum Ada |

Uji nyala api diamati dengan membakar langsung selang ke penampung biogas dan dilihat warna api yang menyala. Pada uji nyala api reaktor kontrol, A1, A2 dan A3 beberapa kali api memiliki warna biru, merah dan kuning. Akan tetapi reaktor yang paling banyak munculnya adalah reaktor A1. Warna pada api menunjukkan

tingkat panas api dan isi kandungan yang terbakar. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan metana pada A1 sangat tinggi dibandingkan dengan kandungan gas pada ketiga reaktor lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Fairuz (2015) yang mengatakan bahwa nyala api yang berwarna biru mengindikasikan bahwa kandungan metana sangat tinggi dibandingkan dengan kandungan gas lain selain metana.

5. KESIMPULAN

1. Proses *anaerobic co-digestion* limbah jeroan ikan dengan kotoran sapi dan enceng gondok menghasilkan volume biogas yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan proses *anaerobic* yang hanya berasal dari substrat limbah jeroan ikan.
2. Biodigester yang berisi *slurry* dengan komposisi enceng gondok lebih banyak menghasilkan jumlah biogas yang lebih sedikit.
3. Biodigester yang berisi *slurry* dengan komposisi kotoran sapi lebih banyak menghasilkan jumlah biogas yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Saedi, 2008. "Biogas Handbook", Denmark: University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs.
- Cahyo,S.D.2016."Aplikasi Pupuk Granul Limbah Ikan Laut Sebagai Sumber N-Organik Dalam Budidaya Sawi (*Brassica juncea* .L) Varietas Tosakan". Yogyakarta: Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Deublein.D and Angelika Steinhauser.2008."Biogas From Waste and Renewable Resources An Introduction Edited by Dieter Deublein and Angelika Steinhauser", Germany: GeWiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,
- Fairuz A. 2015. Pengaruh penambahan ampas kelapa dan kulit pisang terhadap produksi biogas dari kotoran sapi. [Tesis]. Bandar Lampung: Fakultas Teknik Pertanian, Universitas Lampung.
- <https://biz.kompas.com/read/2017/04/21/173454928/menju.krisis.energi.apa.yan.g.akan.terjadi.pada.indonesia>, diakses tanggal 17februari 2018.

- Kafle,G.K and Kim,S.H.,2012. “ Evaluation of the biogas Productivity Potential of Fish Waste : A Lab Scale Batch Study”, South Korea: Journal of Biosystems Engineeringe ISSN 2234-1862, pISSN 1738-1266, J.of Biosystem Eng 37 [5]: 302-313.(2012.10), Departement of Biosystem Engineering, Kangwon National University
- Kurniawan,Wahyu.,Herpandi.,Lestari,S.,2016.”Uji Potensi Biogas dari Limbah Jeroan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) dan Campuran Kiambang (*Salvinia molesta*) Secara Anaerob Batch”. Bogor:Jurnal Teknologi Hasil Perikanan. Vol.5,No.1:43-51,Mei 2016.ISSN:2302-6936,Mei 2016
- Liliasari,G.A.A.2016.”Degradasi Bahan Organik Limbah Cair Tepung Ikan Dengan Penaambahan Variasi Konsentrasi Bioaktivator Dan Variasi Lama Fermentasi”.Malang: Skripsi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Moi,A.R., Pandiangan,D.,Siahaan, P.,Tangapo, A.M.,2015.”Pengujian Pupuk Organik Cair Dari Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Manado: Jurna MIPA Unsrat 4(1) 15-19
- Njogu, P.,Kinyua,R,Muthoni,P.and Nemoto, Y.2015. “Biogas Production Using Water Hyacinth (*Eichornia crassipes*) for Electricity Generation in Kenya.Energy and Power Engineering journal,7,209-216
- Pratama, PN and Utomo,A.S.,2012.“Potential Biogas of Fish Waste as a Solution of Energy Crisis”, Semarang: Departement of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science, Diponegoro University
- Prayogo,D.P, Sebayang,H.T., Nugroho, A, .2017. “Pengaruh Pengendalian Gulma Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycin max (L) Merril*) Pada Berbagai Sistem Olah Tanah”, Malang: Jurnal Produksi Tanaman Vol. 5 No.1 Januari 2017 : 24-32 ISSN: 2527-8452