

EFEKTIVITAS ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DAN FESES SAPI SEBAGAI BAHAN BAKU PRODUKSI BIOGAS

THE EFFECTIVENESS OF *Eichhornia crassipes* AND COW FECES AS BIOGAS RAW MATERIAL

Firya Luthfiyah, Endah Rita Sulisty Dewi, Dyah Ayu Widyastuti*
Program Studi Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang
Jl. Sidodadi Timur No. 24, dr. Cipto, Kota Semarang
E-mail korespondensi: dyah.ayu@upgris.ac.id
Paper submit : 8 Juli 2021, Paper publish: September 2022

Abstract – People need energy that is environmentally friendly and inexpensive. To overcome the high price of biogas, it is necessary to research alternative energy, namely biogas from water hyacinth waste (*Eichhornia crassipes*) and cow dung. This study aims to analyze the most optimal volume and C / N ratio of biogas from raw materials of water hyacinth (*E. crassipes*), cow dung, and a mixture of both. The design used was a completely randomized design (CRD). The research material consisted of 3 treatments and 3 repetitions. The results showed that there was an effect on the use of variations in raw materials between treatments, where H_0 stated that there was an effect of using variations in raw materials for water hyacinth, cow dung and a mixture of both on the volume and C / N ratio of biogas produced. So there is a significant difference between the volume of biogas and the C / N ratio for P1, P2 and P3.

Keywords: biogas, *Eichhornia crassipes*, cow feces

Abstrak – Masyarakat membutuhkan energi yang ramah lingkungan dan tidak mahal. Mengatasi adanya harga biogas yang mahal perlu adanya penelitian energi alternatif yaitu biogas dari limbah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan kotoran sapi. Penelitian ini bertujuan menganalisis volume dan rasio C/N biogas yang paling optimal dari bahan baku eceng gondok (*E. crassipes*), kotoran sapi, dan campuran keduanya. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Materi penelitian terdiri 3 perlakuan dan 3 pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh penggunaan variasi bahan baku antar perlakuan, dimana H_0 menyatakan bahwa ada pengaruh penggunaan variasi bahan baku eceng gondok, kotoran sapi dan campuran keduanya terhadap volume dan rasio C/N biogas yang dihasilkan diterima. Jadi ada beda nyata antara volume biogas dan rasio C/N baik pada P1, P2 dan P3.

Kata kunci: biogas, *Eichhornia crassipes*, feses sapi

PENDAHULUAN

Pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti energi bahan bakar minyak (Irawan & Santoso, 2016). Masalah yang dihadapi oleh masyarakat di Krapyak Bintoro, Kecamatan Demak, Kabupaten Demak adalah pertumbuhan eceng gondok (*E. crassipes*) yang sangat cepat dan tidak terkendali Hal tersebut dipengaruhi oleh kurangnya

pemanfaatan eceng gondok (*E. crassipes*) itu sendiri. Salah satu solusi untuk mengatasi limbah eceng gondok (*E. crassipes*) adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan biogas. Rasio C/N untuk pembuatan biogas yaitu 20-30 %, sedangkan eceng gondok (*E. crassipes*) hanya memiliki rasio C/N 10,8 % sehingga perlu ditambahkan bahan campuran lain, misalnya limbah kotoran sapi yang memiliki rasio C/N lebih besar yaitu 27,52 % (Yahya *et al.*, 2017). Dengan penambahan kotoran sapi tersebut, diharapkan rasio C/N menjadi lebih tinggi dan optimal untuk pembuatan biogas.

Hal tersebut didukung oleh penelitian Sanjaya *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa 100% kotoran sapi mampu menghasilkan biogas sebesar 11,369 ml. Pada penelitian ini, kotoran sapi digunakan sebagai campuran eceng gondok (*E. crassipes*) dalam produksi biogas serta ditambahkan starter EM-4 untuk meningkatkan produksi biogas agar lebih optimal karena mengandung kultur campuran mikroorganisme perombak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar karbon dan nitrogen pada biogas berbahan baku eceng gondok (*E. crassipes*) dan kotoran sapi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama bulan November 2018 hingga Mei 2019 bertempat di *Greenhouse* Kampus III Universitas PGRI Semarang untuk pembuatan biogas. Pengukuran kadar karbon dan nitrogen dilakukan di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian di Kabupaten Pati, Jawa Tengah.

1. Subjek Penelitian

Subyek pada penelitian ini berupa biogas dari eceng gondok (*E. crassipes*) dan kotoran sapi.

2. Metode dan Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan pembuatan biogas dari eceng gondok (*E. crassipes*), kotoran sapi, dan campuran keduanya. Pada penelitian terdapat 3 perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan, yaitu:

P1: eceng gondok (*E. crassipes*) 1 kg + 1 kg air (1:1) + 9% EM4

P2: kotoran sapi 1 kg + 1 kg air (1:1) + 9% EM4

P3: eceng gondok (*E. crassipes*) 0,5 kg + kotoran sapi 0,5 kg + air 1 kg (1:1:2) + 9% EM4

3. Teknik Pengumpulan Data Tahap Pembuatan Digester

Pada penelitian digunakan digester tipe *batch feeding* dengan semua bagian *digester* berada di atas permukaan tanah. *Digester* terbuat dari jerigen bekas air mineral dengan volume 5 liter. Pada sisi luar *digester* terdapat sambungan selang untuk penyaluran gas menuju penampung gas. Volume gas diukur dengan gelas ukur yang terbalik. Bahan baku yang dimasukkan dalam galon sebanyak 2 liter dari total volume *digester*, tujuannya agar terdapat ruang untuk terbentuknya biogas.

Tahap Pencampuran dan Pemasukan Bahan ke dalam Digester

Setiap bahan ditimbang sesuai dengan kebutuhan tiap-tiap perlakuan. Semua bagian eceng gondok (*E. crassipes*) dipotong kecil-kecil. Bahan yang telah tercampur tersebut kemudian diencerkan dengan perbandingan bahan baku dan air (1:1) untuk P1 dan P2, serta 1:1:2 untuk P3. Pada setiap perlakuan ditambahkan EM4 9% kemudian diaduk sampai homogen. Derajat keasaman (Potensial hidrogen /pH) awal diukur menggunakan pH meter. Bahan baku yang telah homogen selanjutnya dimasukkan ke dalam *digester* dan ditutup rapat. Pengadukan dilakukan selama proses berlangsung dalam 2 hari sekali selama 30 hari fermentasi.

4. Analisis dan Interpretasi Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis kuantitatif (Statistik inferensial). Mengukur data volume dan rasio C/N dilakukan menggunakan ANAVA dengan menggunakan SPSS versi 25 untuk mengetahui taraf signifikansi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume biogas tertinggi didapatkan pada P3 dengan volume 3,165 ml, sedangkan volume biogas pada P2 lebih rendah yaitu sebesar 2,596 ml, dan P1

memiliki volume biogas terendah yaitu sebesar 1,648 ml (Tabel 1).

Tabel 1. Volume biogas yang dihasilkan dari ketiga perlakuan

Perlakuan	Volume Biogas (ml)
P1	1,648 ^a
P2	2,596 ^b
P3	3,165 ^b

Superskrip huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan signifikansi dengan α 0,05

Uji statistik menunjukkan bahwa P1 dan P2 menunjukkan perbedaan volume biogas yang signifikan. Signifikansi tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan komposisi bahan pada masing-masing perlakuan. Komposisi biogas yang dihasilkan sangat tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan, namun komponen biogas yang utama adalah gas metana (CH₄) dan gas karbondioksida (CO₂) dengan sedikit hidrogen sulfida (H₂S) (Dharma & Ridhuan, 2017).

Volume biogas P1 hanya 1,648 ml karena rasio eceng gondok (*E. crassipes*) yang memiliki kandungan selulosa sebesar 17 % dan hemiselulosa 43% menghasilkan rasio C/N 20%, sehingga kurang potensial dalam menghasilkan volume biogas. Rasio C/N yang optimal pada biogas untuk menghasilkan volume yang tinggi yaitu membutuhkan rasio C/N 20-30% (Afrian *et al.*, 2017). Volume P2 lebih tinggi dari P1 karena menggunakan bahan baku kotoran sapi yang mengandung bakteri penghasil metana yang terdapat dalam perut hewan ruminansia. Bakteri yang berada dalam usus besar ruminansia tersebut membantu proses fermentasi sehingga pembentukan biogas dalam digester lebih cepat (Irawan & Santoso, 2016). Pembuatan biogas menggunakan kotoran sapi yang segar, karena kotoran sapi yang segar lebih mudah diproses dibandingkan dengan kotoran yang lama atau dikeringkan, disebabkan hilangnya

substrat bahan organik selama waktu pengeringan (Astuti *et al.*, 2013).

Hasil uji statistik volume biogas P2= 2,596 ml dan P3= 3,165 ml tidak berbeda secara signifikan karena kedua perlakuan terdapat bahan baku yang sama yaitu adanya kotoran sapi meskipun dalam P3 dicampurkan dengan eceng gondok (*E. crassipes*). Namun jika dilihat dari rata-rata volume yang dihasilkan pada penelitian ini volume yang optimal terdapat pada P3= 3,165 ml dikarenakan pada P3 bahan baku menggunakan campuran kotoran sapi dan eceng gondok (*E. crassipes*). Astuti *et al.* (2013) menyatakan semakin banyak jumlah substrat semakin banyak jumlah biogas yang terbentuk. Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa P1 dan P2 menghasilkan volume biogas lebih kecil dibandingkan P3 karena P1 dan P2 menggunakan satu substrat bahan baku yaitu eceng gondok (*E. crassipes*) atau kotoran sapi saja, sedangkan P3 memiliki volume optimal karena komposisi pada bahan baku terdapat dua substrat yaitu terdiri dari eceng gondok (*E. crassipes*) dan kotoran sapi.

Komposisi bahan baku eceng gondok (*E. crassipes*) dan kotoran sapi menghasilkan rasio C/N yang bisa digunakan sebagai biogas. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Astuti *et al.* (2013) bahwa rasio C/N pada eceng gondok (*E. crassipes*) kurang dari 20%, sehingga perlu adanya peningkatan rasio C/N dengan ditambahkan variasi

bahan baku organik yang memiliki rasio C/N lebih dari 20-30%. Penambahan kotoran sapi dengan rasio C/N 31,9% dalam penelitian ini dapat menghasilkan rasio C/N yang optimal yaitu 43,20% (Tabel 2).

Hasil penelitian sesuai dengan Yahya *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa peningkatan rasio C/N menjadi 26-30% dapat menambah produksi metana biogas. Pane *et al.* (2016) menyatakan bahwa penggunaan perbandingan eceng gondok (*E. crassipes*) yang lebih sedikit dan menghasilkan metana dan volume biogas lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan perbandingan eceng gondok (*E. crassipes*) yang lebih banyak. Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian yaitu P1 menunjukkan produksi biogas lebih sedikit apabila tidak ditambahkan substrat lain.

Hemiselulosa sebesar 43% pada eceng gondok (*E. crassipes*) akan menghasilkan gas metana dan karbondioksida (Yonathan *et al.*, 2013). Volume biogas yang optimal disebabkan adanya substrat dalam kotoran sapi yang telah mengandung bakteri methanogen penghasil gas metana. Kotoran sapi juga bisa digunakan sebagai *starter* sehingga proses pembentukan gas pada *digester* menjadi lebih cepat (Irawan & Santoso, 2016).

Faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas disebabkan adanya

penambahan EM4 pada ketiga perlakuan, EM4 sangat mempengaruhi peningkatan laju produksi biogas, disebabkan adanya aktifitas bakteri yang terdiri atas *Lactobacillus*, *Actinomycetes* dan beberapa jenis jamur. *Lactobacillus*, *Actinomycetes* dan jamur mempercepat degradasi selulosa, hemiselulosa dan lignin menjadi senyawa yang dibutuhkan oleh mikroorganisme penghasil biogas sehingga produksi biogas meningkat. EM4 dapat menurunkan rasio C/N dan penurunan rasio C/N tersebut berbanding lurus terhadap penurunan biogas yang dihasilkan.

Suhu biogas dalam digester berkisar antara 30,5-31 °C, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sanjaya *et al.* (2015) yaitu suhu optimal untuk produksi biogas yaitu antara 20-40 °C. Jika terjadi perubahan suhu secara tiba-tiba dalam pembuatan biogas menyebabkan penurunan produksi gas secara cepat (Agusman *et al.*, 2017). Suhu dalam pengomposan pada dekomposisi awal, melewati fase mesofilik. Secara gradual suhu menurun sampai mencapai suhu kamar. Proses anaerobik dapat dikelompokkan menjadi mesofilik dengan suhu berkisar 25^o-45^o C, dan termofilik lebih dari 40^o C (Afrian *et al.*, 2017).

Tabel 2. Persentase kadar karbon, kadar nitrogen, dan rasio C/N pada biogas dari eceng gondok (*E. crassipes*) dan kotoran sapi

Perlakuan	Kadar karbon (%)	Kadar nitrogen (%)	Rasio C/N (%)
P1	117,79 ^a	1,17 ^a	18,63 ^a
P2	126,94 ^a	1,32 ^a	31,90 ^{ab}
P3	129,68 ^a	2,13 ^b	43,20 ^b

Superskrip huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan signifikansi dengan α 0,05.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rasio C/N biogas tertinggi terdapat pada P3 yaitu 43,20 %, sedangkan pada P2 lebih rendah yaitu 31,90%, dan P1 dengan rasio C/N terendah yaitu 18,63%. Uji statistik

menunjukkan rasio C/N P1 berbeda signifikan dengan P3. Hasil tersebut dikarenakan P1 hanya menggunakan satu substrat yaitu eceng gondok (*E. crassipes*) saja. Yonathan dkk. (2013) menyatakan bahwa

eceng gondok (*E. crassipes*) memiliki kandungan hemiselulosa 43% dan selulosa 17% yang menjadikannya kurang potensial dalam menghasilkan gas metana yang dijadikan sebagai bahan bakar biogas karena rasio C/N kurang dari 20%, padahal untuk menghasilkan biogas yang optimal membutuhkan rasio C/N 20-30% (Sanjaya *et al.*, 2015).

Kadar karbon pada P1, P2, dan P3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, begitu pula dengan kadar nitrogen (Tabel 2). Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa baik kadar karbon maupun kadar nitrogen pada P3 paling tinggi dibandingkan P1 dan P2. Kadar karbon dan nitrogen secara berurutan dari yang paling rendah hingga paling tinggi adalah P1, P2, dan P3 (Tabel 2). Nitrogen memiliki peran penting dalam pembentukan asam amino, apabila terlalu banyak kandungan maka akan menyebabkan amonia akan meningkat sehingga menimbulkan bau busuk yang menyengat.

Rasio C/N merupakan perbandingan dari pasokan energi mikroba yang digunakan terhadap nitrogen untuk sintesis protein. Hasil rasio C/N yang tinggi pada penelitian ini yaitu P2 dan P3 yang memiliki rasio C/N lebih dari 30%. Nitrogen terkonsumsi sangat cepat oleh bakteri-bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan protein dan tidak akan lagi bereaksi dengan sisa karbonnya. Namun, jika rasio C/N sangat rendah, nitrogen akan dibebaskan dan terkumpul dalam bentuk NH_4OH . Hal ini akan meningkatkan pH menjadi 8,5 yang berakibat racun pada bakteri penghasil metana (Retnowati *et al.*, 2013)

Pengukuran pH sebelum perlakuan yaitu antara 6,8 sampai dengan 7,2 pernyataan tersebut sesuai dengan Khaerunnisa *et al.*, (2013) menyatakan bahwa pertumbuhan bakteri penghasil gas metana akan baik bila bahan berada pada

keadaan basa yaitu 6,5 sampai 7. Nilai pH terbaik untuk suatu digester yaitu 7. Apabila nilai pH dibawah 6,5 maka aktivitas bakteri metanogen akan menurun dan apabila pH dibawah 5,0 maka fermentasi akan terhenti. Proses fermentasi berlangsung dalam keadaan normal dan anaerobik, maka pH akan secara otomatis berkisar antara 7-8,5.

Pada lingkungan yang memiliki kondisi pH asam (<7) atau sangat basa (>8) dapat terbentuk amonia bebas (NH_3) yang bersifat racun bagi bakteri pembentuk metana dan menjadi inhibitor pembentukan gas. pH awal pada P1 yaitu 6,8 dan pH akhir 7,1. Pada P2, pH awal yaitu 7 dan pH akhir 7,5. Sedangkan pada P3, pH awal 7,06 dan pH akhir 7,56. Hal ini menandakan bahwa *slurry* pada *digester* P1, P2 dan P3 mengalami proses alkalinisasi yaitu kenaikan pH menjadi basa. Namun demikian, pH pada ketiga *digester* masih stabil pada rentang pH optimum. Menurut Pane *et al.* (2016), peningkatan nilai pH menunjukkan terjadinya dekomposisi dari fase asidogenesis menjadi metanogenesis. Peningkatan pH terjadi karena senyawa hasil fermentasi maupun asetogenesis sudah dikonversi menjadi H_2 , CO_2 , H_2O , dan CH_4 serta pemecahan protein menjadi NH_4^+ yang kemudian mudah membentuk senyawa yang bersifat basa.

Pada penelitian ini dilakukan pula uji nyala api pada gas yang telah ditampung pada balon udara untuk mengetahui ada tidaknya gas metana yang terbentuk. Nyala api merupakan salah satu indikator berhasil atau tidaknya proses fermentasi pembentukan biogas.

Pada ketiga perlakuan menunjukkan nyala api berwarna biru, sesuai dengan pernyataan Sanjaya *et al.* (2015) bahwa nyala api berwarna biru menunjukkan adanya pembentukan gas metana (CH_4) yang memiliki kandungan gas 40%. Menurut Ihsan *et al.* (2013), jika gas yang dihasilkan

dari proses anaerobik dapat terbakar, maka kemungkinan mengandung 45% gas metana yang akan menghasilkan warna biru dan nyala api tidak mudah padam. Pada P3 menunjukkan nyala api paling besar dikarenakan kandungan metana pada P3 lebih besar. Hal tersebut juga dapat dilihat dari rasio C/N 43,20% yang lebih besar daripada P2 dan P1. Sedangkan uji nyala api pada P2 juga lebih besar dari pada P1 dan nyala api juga berwarna biru untuk lama nyala api hampir sama dengan P3. Hal tersebut dikarenakan adanya kandungan yang sama yaitu dari kotoran sapi. Pada P1, nyala api berwarna biru kemerahan dan nyalanya tidak terlalu lama. Hal tersebut menandakan komponen gas metana paling

sedikit jika dibandingkan dengan P3 dan P2. Hasil tersebut dipengaruhi komponen pada P1 yang hanya terdiri dari eceng gondok (*E. crassipes*).

SIMPULAN

Volume biogas paling optimal dihasilkan oleh P3 yaitu campuran eceng gondok (*E. crassipes*) dan kotoran sapi yaitu sebesar 3.165 ml. Hasil statistik menunjukkan P3 memiliki perbedaan volume yang signifikan dengan P1, namun tidak dengan P2. Rasio C/N biogas yang paling optimal dihasilkan dari P3 yaitu 43,20%. Hasil statistik menunjukkan rasio C/N P3 berbeda signifikan dengan P1, namun tidak dengan P2.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, C., Haryanto, A., Hasanudin, U., & Zulkarnain, I. (2017). Produksi biogas dari campuran kotoran sapi dengan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Teknik Pertanian Lampung*, 6(1), 23-30.
- Agusman, D., Rifky, & Buono, A. K. (2017). Pengaruh starter ragi dalam proses pembentukan biogas limbah buah. *Seminar Nasional Teknoka*, 2, 37-43.
- Astuti, N., Soeprobawati, T. R., & Budiyo. (2013). Produksi biogas dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) dan limbah ternak sapi di Rawapening. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 12-119.
- Dharma, U. S., & Ridhuan, K. (2017). Kajian potensi sumber energi biogas dari kotoran ternak untuk bahan bakar alternatif di Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. *TURBO*, 3(2).
- Ihsan, A., S, B., & Musafira. (2013). Produksi biogas menggunakan cairan isi rumen sapi dengan limbah cair tempe. *Journal of Natural Sains*, 27-35.
- Irawan, D., & Santoso, T. (2016). Pengaruh perbedaan starter terhadap produksi biogas dengan bahan baku eceng gondok. *TURBO*, 3(2).
- Khaerunisa, G., & Rahmawati, I. (2013). Pengaruh pH dan rasio COD:N terhadap produksi biogas dengan bahan baku limbah industri alkohol (Vinasse). *Teknologi Kimia dan Industri*, 2(3).1-7.
- Pane, H. S., Widiastuti, I., & Baehaki, A. (2016). uji potensi biogas dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan campuran limbah jeroan ikan gabus (*Channa striata*) menggunakan digester anaerob secara batch. *Fishtech-Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 5(2), 146-156.
- Retnowati, E. I., Zulkarnain, & Zulaika, H. (2013). standar operasional prosedur digester biogas 7 M3 bahan isian kotoran sapi dan limbah sayur. *Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Medan*, 1-6.

- Sanjaya, D., Haryanto, A., & Tamrin. (2015). Produksi biogas dari campuran kotoran sapi dengan kotoran ayam. *Teknik Pertanian Lampung*, 4(2), 127-136.
- Yahya, Y., Tamrin, & Triyono, S. (2017). Produksi biogas dari campuran kotoran ayam, kotoran sapi, dan rumput gajah laut (*Pennisetum purpureum* cv Mott) dengan sistem batch. *Teknik Pertanian Lampung*, 6(3), 151-160.
- Yonathan, A., Prasetya, A. R., & Pramudono, B. (2013). Produksi biogas dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*): kajian konsistensi dan pH terhadap biogas dihasilkan. *Teknologi Kimia dan Industri*, 2(2). 211-215.