

PEMBENTUKAN BIOGAS PADA MEDIA ECENG GONDOK DENGAN STARTER KOTORAN TERNAK

Azhar Armia Kurniawan^{1*} & Kurnia Abdullah Samani²

^{1&2}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Kapuas Sintang, Jalan YC. Oevang Oeray Nomor 92, Sintang,
Kalimantan Barat 78614, Indonesia

*Email: army_az11@gmail.com

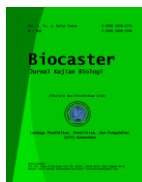
Submit: 01-10-2022; Revised: 10-10-2022; Accepted: 13-10-2022; Published: 30-10-2022

ABSTRAK: Kotoran ternak dan eceng gondok menjadi limbah jika tidak dimanfaatkan. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai bahan baku biogas. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis kotoran ternak pada pembentukan biogas berbahan baku eceng gondok yang dilihat dari: 1) laju pembentukan biogas; 2) suhu *slurry*; 3) pH *slurry*; dan 4) berat biogas yang dihasilkan. Penelitian dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri atas lima perlakuan (P); P₁: kotoran sapi + eceng gondok + air, P₂: kotoran kerbau + eceng gondok + air, P₃: kotoran kambing + eceng gondok + air, P₄: kotoran kuda + eceng gondok + air, dan P₅: kotoran ayam broiler + eceng gondok + air. Setiap perlakuan diulang 4 kali sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Komposisi campuran bahan baku terdiri dari 8 kg eceng gondok yang dirajang 2 cm + 3 kg kotoran ternak + 2 liter air. Parameter yang diamati, yaitu: laju pembentukan gas, pH *slurry*, suhu *slurry*, dan berat biogas yang dihasilkan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kapuas Sintang. Data dianalisis dengan ANOVA pada taraf nyata 5% menggunakan SPSS 16.0 dan uji BNT jika di antara perlakuan terdapat perbedaan nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kotoran ternak hanya berpengaruh nyata pada berat biogas yang terbentuk, namun tidak berpengaruh nyata terhadap laju terbentuknya biogas, pH *slurry*, dan suhu *slurry*. Dengan demikian kelima jenis kotoran ternak dapat digunakan sebagai starter dalam pembuatan biogas berbahan baku eceng gondok.

Kata Kunci: Kotoran Ternak, Eceng Gondok, Biogas, *Slurry*.

ABSTRACT: Animal manure and water hyacinth become waste if not used. One of its uses is as raw material for biogas. The purpose of this study was to determine the effect of the type of manure on the formation of biogas from water hyacinth as seen from: 1) the rate of biogas formation, 2) the temperature of the slurry, 3) the pH of the slurry, and 4) the weight of the biogas produced. Research with Completely Randomized Design (CRD) consisted of five treatments (P); P₁: cow dung + water hyacinth + water, P₂: buffalo dung + water hyacinth + water, P₃: goat dung + water hyacinth + water, P₄: horse dung + water hyacinth + water, and P₅: broiler chicken dung + water hyacinth + water. Each treatment was repeated 4 times to obtain 20 experimental units. The composition of the raw material mixture consists of 8 kg of water hyacinth chopped 2 cm + 3 kg of livestock manure + 2 liters of water. Parameters observed were: rate of gas formation, slurry pH, slurry temperature, and weight of biogas produced. The research was conducted at the Biology Education Laboratory, Faculty of Teacher Training and Education, Kapuas Sintang University. Data were analyzed by ANOVA at 5% significance level using SPSS 16.0 and BNT test if there was a significant difference between treatments. The results showed that the type of manure only had a significant effect on the weight of biogas formed, but had no significant effect on the rate of biogas formation, slurry pH, and slurry temperature. Thus the five types of manure can be used as a starter in the manufacture of biogas made from water hyacinth.

Keywords: Manure, Water Hyacinth, Biogas, *Slurry*.



How to Cite: Kurniawan, A. A., & Samani, K. A. (2022). Pembentukan Biogas pada Media Eceng Gondok dengan Starter Kotoran Ternak. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 2(4), 207-218. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v2i4.128>



Biocaster : Jurnal Kajian Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

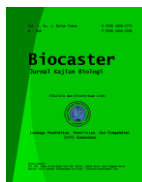
PENDAHULUAN

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah jenis tumbuhan air yang perkembangannya sangat cepat (Jones *et al.*, 2018; Mekuriaw *et al.*, 2018; Gebregiorgis, 2017; Isebe, 2016), sehingga tergolong sebagai gulma yang invasive (Koutika & Rainey, 2015). Pada kondisi yang menguntungkan, eceng gondok dapat mencapai laju pertumbuhan 17,5 metric ton per hektar per hari dan memiliki pertumbuhan yang ekstrem, yakni mampu memproduksi bio massa 2 ton per are (0,4 hektar). Populasi tersebut dapat dilipat gandakan dalam kurun waktu yang relatif singkat, yaitu 5-15 hari.

Gannon (2014), melaporkan bahwa eceng gondok menyebar hampir ke seluruh dunia, mulai dari Amerika Utara, Eropa, Asia, Australia, Afrika, hingga Selandia Baru. Di Indonesia, tumbuhan ini menjadi gulma di danau alami dan danau buatan. Penyebarannya, mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, hingga Irian Jaya. Dampak negatif dari keberadaan eceng gondok pada suatu bendungan, tidak saja terbatas pada proses pendangkalan akibat sedimentasi, tetapi juga menimbulkan dampak negatif lainnya. Dampak tersebut, di antaranya: menyumbat saluran irigasi, memperbesar kehilangan air melalui proses *evapotranspirasi*, mempersulit transportasi perairan, dan menurunkan hasil perikanan, serta menurunkan nilai estetika lingkungan perairan.

Mengingat dampak negatifnya yang begitu besar, maka perlu upaya nyata yang dapat menekan populasi eceng gondok sekaligus konservasi lingkungan perairan terhadap gulma air ini secara berkesinambungan. Ada berbagai penelitian yang telah dilakukan untuk memanfaatkan eceng gondok guna mencapai tujuan dimaksud, misalnya melalui upaya mekanis, di antaranya: menjadikannya sebagai media tumbuh tanaman (Putra *et al.*, 2020), pakan unggas (Mekuriaw *et al.*, 2018), pembuatan pupuk kompos (Pujowati *et al.*, 2019), dan bahan baku biogas (Bhattacharya & Kumar, 2010); (Yonathan *et al.*, 2012); (Renilaili, 2015). Selain upaya mekanis tersebut, ada juga beberapa upaya pengendalian dengan menggunakan agens pengendali gulma secara hayati, misalnya: penggunaan belalang jenis *Cornops aquaticum* di Afrika Selatan (Oberholzer & Hill, 2001), kumbang pemangsa jenis *Neochetina* spp., di Danau Victoria, Kenya (Bick *et al.*, 2020), juga kumbang jenis *Neochetina eichhorniae* dan *Neochetina bruchi* di Wenzhou, China (Agusto & Okosun, 2010). Meskipun berbagai upaya telah dilakukan, keberadaan eceng gondok tetap sulit dikendalikan.

Sejatinya, keberadaan eceng gondok di perairan memiliki nilai penting tersendiri terkait dengan keberlangsungan ekosistem perairan yaitu sebagai produsen. Selain itu, (Gumisiriza *et al.*, 2017), juga menyebutkan bahwa eceng gondok mempunyai kandungan *hemiselulose* yang lebih besar dibandingkan



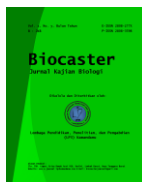
dengan organik tunggal lainnya, sehingga memiliki potensi yang sangat besar untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif. (Prabawa & Nurmilatina, 2017), melaporkan bahwa eceng gondok dalam keadaan kering memiliki kandungan kimia yang berupa selulosa 64,51%, pentosa 15,61%, lignin 7,69%, silika 5,56% dan abu 12%. Sementara itu hasil analisis kimia dari eceng gondok dalam keadaan segar yang dilakukan oleh (Sivasankari & Ravindran, 2016), menunjukkan komposisi sebagai berikut: bahan organik 36,59%, C organik 21,23%, N total 0,28%, P total 0,0011% dan K total 0,016%.

Seperti halnya eceng gondok, kotoran ternak juga merupakan limbah yang akan mencemari lingkungan jika tidak ditangani secara memadai. Beberapa di antaranya bahkan dapat menjadi sumber penyakit yang dapat membahayakan kesehatan manusia. (Winarsih, 2018), menyebutkan beberapa jenis penyakit yang membahayakan kesehatan manusia karena cemaran mikroba yang berasal dari kotoran ternak maupun olahan pangan asal ternak, di antaranya penyakit antraks, *salmonellosis*, *brucellosis*, *tuberculosis*, *klostridiosis*, dan penyakit akibat cemaran *Staphylococcus aureus*.

Ledakan pertumbuhan eceng gondok juga terjadi di Bendungan Sungai Pinoh. Bendungan Sungai Pinoh merupakan salah satu kebanggaan masyarakat Kabupaten Melawi dan sekitarnya. Bendungan ini terletak di wilayah Kenual, Kecamatan Nanga Pinoh, Kabupaten Melawi, Provinsi Kalimantan Barat. Fungsi utama bendungan ini adalah untuk mengairi lahan pertanian yang sebelumnya merupakan daerah tadah hujan (Turmuzi, 2016). Fungsi lain, yang juga tidak kalah pentingnya dari bendungan ini adalah untuk menjaga ketinggian muka air tanah, tempat budidaya ikan air tawar, dan sebagai tempat rekreasi.

Salah satu permasalahan serius yang dihadapi oleh Bendungan Sungai Pinoh hingga saat ini adalah terjadinya pendangkalan akibat proses sidementasi. Berdasarkan data yang dirilis Pusat Bendungan Kementerian PUPR, diketahui bahwa daya tampung Bendungan Sungai Pinoh yang semula 25 juta meter kubik pada saat awal dibangun tahun 1982, sekarang menurun drastis menjadi 17 juta meter kubik, bahkan pada musim kemarau hanya 5 juta meter kubik (Kementerian PUPR, 2016). Penyebab utamanya adalah pendangkalan akibat tumpukan sidementasi dan keberadaan gulma air yang perkembangannya sangat masif, yaitu eceng gondok. Laporan dari antaranews.com menyebutkan bahwa saat ini kedalaman bendungan telah berkurang dari 16 meter, saat pengoperasian awal tahun 1980, menjadi 6 meter, dan hampir 35% luas genangan ditutupi oleh populasi eceng gondok (Maga, 2014).

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka salah satu upaya praktis yang potensial untuk dikembangkan, khususnya di seputar wilayah Bendungan Sungai Pinoh adalah menjadikan keduanya sebagai bahan baku biogas. Hal ini karena eceng gondok memiliki kandungan selulosenya yang relatif tinggi, pertumbuhan populasinya yang relatif cepat, dan mudah didapatkan, juga sesuai dengan komitmen pemerintah yang saat ini sedang giat-giatnya menggalakkan pengembangan potensi sumberdaya energi baru dan terbarukan (EBT) yang merupakan aplikasi dari program *Green Economy*. Alasan lainnya adalah ketersediaan kotoran ternak, sebagai *starter*, yang merupakan bahan baku



lokal, juga relatif tersedia di wilayah Kabupaten Melawi, terutama di wilayah Bendungan Sungai Pinoh. Meskipun demikian, kemungkinan tidak semua kotoran ternak berpotensi untuk dijadikan *starter* karena komposisi kandungan kimia yang dimilikinya berbeda-beda.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis kotoran ternak pada proses pembentukan biogas berbahan baku eceng gondok, yang terkait dengan: 1) laju pembentukan biogas; 2) suhu *slurry*; 3) pH *slurry*; dan 4) berat biogas yang dihasilkan.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kapuas Sintang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Ada lima (5) perlakuan, yaitu :

P1 = Kotoran Sapi + Eceng Gondok+ Air

P2 = Kotoran Kerbau + Eceng Gondok + Air

P3 = Kotoran Kambing + Eceng Gondok + Air

P4 = Kotoran Kuda + Eceng Gondok + Air

P5 = Kotoran Ayam Broiler + Eceng Gondok + Air

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Populasi adalah seluruh eceng gondok dan kotoran ternak yang ada di sekitar Bendungan Sungai Pinoh. Sampel adalah sejumlah eceng gondok dan kotoran ternak yang digunakan dalam 20 reaktor biogas yang diambil secara acak pada populasi. Komposisi campuran bahan baku sebagai berikut: 8 kg eceng gondok yang dirajang (2 cm) + 3 kg kotoran hewan + 2 liter air. Hal ini didasari hasil penelitian (Sari *et al.*, 2014), yang menunjukkan bahwa komposisi tersebut telah cukup bagus untuk menghasilkan biogas dengan berbahan eceng gondok.

Ada empat variabel yang diamati, yaitu: laju pembentukan gas, pH *slurry*, suhu *slurry*, dan volume gas yang dihasilkan. Laju Pembentukan Gas: adalah waktu yang diperlukan untuk terbentuknya gas, yang dihitung dalam satuan jam. Pengamatan dilakukan sejak rangkaian instalasi biogas mulai diaktifkan sampai saat awal terbentuknya gas pH: merupakan derajat keasaman dari campuran bahan-bahan yang digunakan (*slurry*) dalam reaktor biogas. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali, yaitu: hari ke-0, dan hari ke-30 Suhu. Pengamatan dilakukan dua kali, yaitu hari ke pertama, dan hari ke-30, menggunakan pH meter. Berat gas yang dihasilkan: adalah berat gas yang dihasilkan dalam satu siklus produksi biogas, dan dilakukan pada hari ke-30.

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu observasi dan dokumentasi. Teknik observasi digunakan untuk mengukur paramater penelitian, yaitu: laju pembentukan biogas, berat biogas yang terbentuk, dan pH *slurry*; sedangkan teknik dokumentasi digunakan untuk mendapatkan informasi yang terkait dengan kondisi Bendungan Sungai Pinoh, dan limbah peternakan yang ada di sekitar lokasi penelitian.

Data dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf nyata 5% menggunakan aplikasi SPSS 16.0. Jika di antara perlakuan terdapat beda nyata

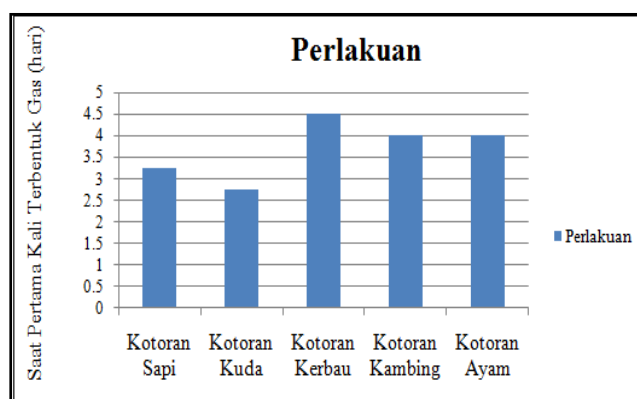
($p < 0,05$), maka akan dilakukan uji lanjut dengan BNT pada taraf nyata yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Laju Terbentuknya Gas

Pengamatan terhadap saat terbentuknya biogas dimaksudkan untuk mengetahui perlakuan mana di antara lima perlakuan yang paling cepat membentuk biogas. Pengamatan mulai dilakukan sejak hari pertama.

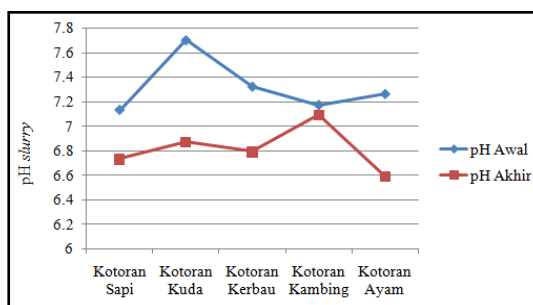


Gambar 1. Saat Terbentuknya Biogas (Hari).

Gambar 1 menunjukkan bahwa waktu tercepat untuk pembentukan biogas adalah pada perlakuan dengan kotoran kuda (P4), yaitu pada hari ke-2, sedangkan waktu terlama adalah perlakuan dengan kotoran kerbau (P3), dan kotoran ayam (P5), yaitu hari ke-6 hari. Setiap perlakuan memerlukan lama waktu yang berbeda untuk mulai membentuk biogas. Secara umum, rata-rata waktu yang diperlukan untuk memulai pembentukan gas adalah pada hari ke-4.

pH Slurry

pH slurry yang dianalisis adalah pH akhir. pH awal hanya digunakan untuk memastikan bahwa pH *slurry* telah sesuai dengan pH yang dibutuhkan oleh mikroorganisme *anaerobik* untuk melakukan fermentasi. Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa kisaran pH kelima jenis kotoran ternak berada antara 7.13 - 7.7. pH terendah dimiliki oleh kotoran sapi (7.13), dan pH tertinggi dimiliki oleh kotoran kuda (7.7) (Gambar 2).

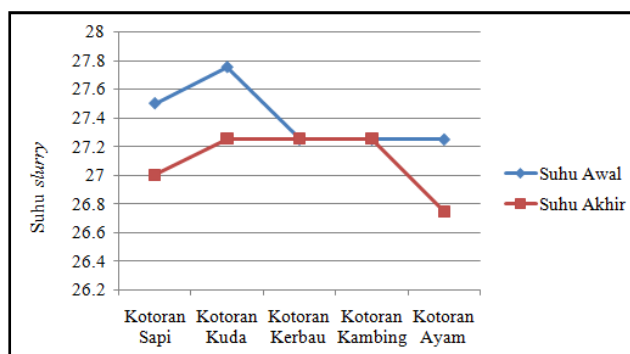


Gambar 2. Suhu Awal dan Suhu Akhir Perlakuan.

Pada pengamatan pH akhir, ke lima jenis kotoran ternak yang digunakan, semuanya mengalami penurunan. pH *slurry* terendah adalah pada perlakuan dengan kotoran ayam (6.59), sedangkan pH tertinggi pada perlakuan dengan kotoran kambing (7.09). Meskipun terjadi perbedaan pada pH akhir, hasil analisis data menunjukkan bahwa di antara ke lima perlakuan tidak berbeda nyata. Dengan demikian, kelima jenis kotoran ternak ini dapat digunakan sebagai *starter* dalam proses pembuatan biogas.

Suhu Slurry

Hasil pengamatan terhadap suhu awal, menunjukkan bahwa suhu berkisar antara 27.25 - 27.75°C. Suhu terendah (27.25°C), yaitu pada *slurry* dengan perlakuan kotoran ayam, kambing, dan kebau; sedangkan *slurry* tertinggi, yaitu 27.75°C pada kotoran kuda. Pada hasil pengamatan suhu akhir, terjadi penurunan suhu pada *slurry* sapi, kuda, dan ayam; sedangkan *slurry* kambing dan kerbau sama dengan suhu awal (Gambar 3).

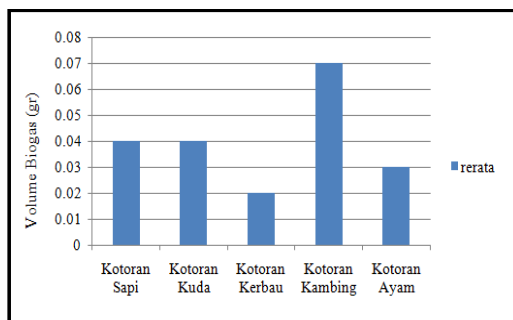


Gambar 3. Suhu Awal dan Suhu Akhir Pada Kelima Perlakuan.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa baik pada suhu awal maupun suhu akhir, tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Artinya, jenis kotoran ternak yang digunakan tidak berpengaruh terhadap perubahan suhu selama penelitian.

Berat Biogas yang Dihasilkan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa berat biogas yang dihasilkan bervariasi antar perlakuan. Berat tertinggi pada perlakuan dengan kotoran kambing (0.7 gr), dan terendah pada kotoran kerbau (0.3 gr) (Gambar 3). Setelah dianalisis, diketahui bahwa antar perlakuan terdapat beda nyata. Artinya jenis kotoran ternak berpengaruh nyata terhadap berat biogas yang dihasilkan.



Gambar 4. Berat Biogas yang Terbentuk.

Perbedaan hasil yang diperoleh dari penelitian ini disebabkan oleh perbedaan pH dari *slurry* pada kelima jenis kotoran yang digunakan. Pada hasil pengamatan pH (Gambar 4), terlihat bahwa pH kotoran kambing adalah paling tinggi, yakni 7,09, sehingga menghasilkan berat biogas paling tinggi (0,7 gr), sedangkan pH yang lainnya, semuanya di bawah 7,0.

Pembahasan

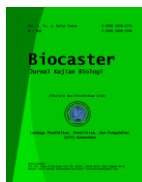
Meskipun saat terbentuknya gas bervariasi antar perlakuan, hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Artinya, jenis kotoran ternak tidak berpengaruh nyata terhadap saat terbentuknya biogas. Dengan demikian maka ke lima jenis kotoran ternak tersebut dapat dijadikan starter dalam pembentukan biogas berbahan baku eceng gondok. Terkait dengan kecepatan terbentuknya biogas, (Irawan & Khudori, 2014) menyatakan bahwa lama proses suatu bahan bio dapat menghasilkan gas CH₄ yang optimum sangat tergantung pada temperatur dan lama proses digestasi. Untuk bahan eceng gondok misalnya pada temperatur 30-35°C, produksi CH₄ optimum terjadi pada hari ke-5 atau hari ke-7, tergantung volume eceng gondok yang dijadikan umpan. Setelah hari ke-8, produksi gas CH₄ akan menurun.

Suhu pada digester pada penelitian ini berkisar antara 27,25-27,75°C, sehingga relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan suhu optimum pembentukan gas CH₄ berbahan eceng gondok, sebagaimana dinyatakan oleh (Irawan & Khudori, 2014), yaitu 30-35°C. Meskipun demikian, gas CH₄ sudah mulai terbentuk sejak hari ke-2 hingga hari ke-6. Ini menandakan bahwa ke-lima jenis kotoran ternak yang digunakan sebagai perlakuan mampu bekerja secara normal sebagai starter dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik sekalipun suhu masih di bawah kondisi optimum.

Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa kisaran pH kelima jenis kotoran ternak berada antara 7.13 - 7.7. pH terendah dimiliki oleh kotoran sapi (7.13), dan pH tertinggi dimiliki oleh kotoran kuda (7.7). Jika mengacu pada hasil penelitian sebelumnya, bahwa keseluruhan proses *anaerobik* terjadi pada pH antara 5,5-8,5 (Neves *et al.*, 2018), dan kisaran pH 6-8 (Budiono *et al.*, 2013), maka kisaran pH awal ini masih sesuai dengan kondisi pH yang dibutuhkan oleh mikroorganisme *anaerob* untuk melakukan fermentasi. Dengan demikian maka proses fermentasi untuk menghasilkan biogas akan dapat berlangsung secara normal dengan kisaran pH awal ini. Lebih lanjut (Budiono *et al.*, 2013), menyatakan bahwa pH dalam reaktor tidak harus dikendalikan secara ketat, walaupun bakteri pembentuk metana sangat peka terhadap pH.

Dari kisaran pH yang dimiliki oleh ke lima perlakuan, menunjukkan bahwa tidak ada pH yang terlalu ekstrem, karena masih mendekati netral, yakni berkisar dari 6.59-7.09. Kisaran ini tidak terlalu jauh dari kisaran pH optimum yang dibutuhkan oleh bakteri penghasil metana untuk melakukan fermentasi, yakni berkisar antara 6,8-7,2 (Iriani *et al.*, 2017), (Neves *et al.*, 2018), bahkan menyatakan kisaran pH optimum yang lebih tinggi, yakni antara 7,2-8,2.

Berdasarkan kisaran pH yang dihasilkan oleh ke-5 jenis kotoran ternak yang masih dalam batas kisaran optimum, membuktikan bahwa kelimanya tidak mengalami hambatan untuk menghasilkan biogas jika digunakan sebagai campuran

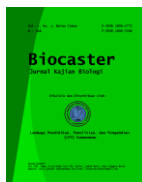


eceng gondok, karena masih pada batas-batas kisaran yang mampu ditoleransi. Faktor pH sangat berperan pada dekomposisi anaerob karena pada rentang pH yang tidak sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Pada akhirnya kondisi ini dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8-7,8 (Bereded *et al.*, 2020). Namun khusus untuk bakteri penghasil metana membutuhkan kisaran pH optimum yang mendekati netral, yakni berkisar antara 6,8-7,2 (Iriani *et al.*, 2017).

Derajat keasaman (pH) dari digester yang baik berada pada kisaran 7-8.5. Sementara, derajat keasaman pada kebanyakan bahan bio adalah pada kisaran 5-9. Pada bahan bio eceng gondok yang masih segar dimasukkan umumnya mempunyai pH 7.7. Kemudian setelah dimasukkan ke dalam digester dan dicampur dengan air, keasamannya turun hingga 6.58. Hasil penelitian (Yonathan *et al.*, 2012), menunjukkan bahwa biogas sudah dapat terbentuk pada pH 5.0, dan semakin mendekati pH 7.0 yang terbentuk semakin mengalami kenaikan yang signifikan. Namun, jika mencapai pH 8.0, maka jumlah biogas yang terbentuk semakin menurun. Pada pH netral, aktivitas bakteri methana akan semakin optimal sehingga jumlah biogas yang terbentuk menjadi maksimal. Sebaliknya, semakin jauh dari pH netral (baik menurun maupun meningkat), aktivitas bakteri methana akan semakin berkurang, yang berdampak pada penurunan jumlah biogas yang dihasilkan.

Laju pembentukan gas CH₄ dalam reaktor biogas sangat dipengaruhi oleh temperatur. Temperatur ini akan berhubungan dengan kemampuan bakteri yang ada dalam reaktor. Bakteri *Psychrophilic* 0-7°C, bakteri *Mesophilic* pada temperatur 13 - 40°C sedangkan *Thermophilic* pada temperatur 55 - 60°C (Iriani *et al.*, 2017); Bereded *et al.*, 2020). Temperatur yang optimal untuk digester adalah berkisar 30 - 35°C. Kisaran temperatur ini mengkombinasikan kondisi terbaik untuk pertumbuhan bakteri dan produksi methana di dalam digester dengan lama proses yang pendek. Massa bahan yang sama akan dicerna dua kali lebih cepat pada 35°C dibanding pada 15°C dan menghasilkan hampir 15 kali lebih banyak gas pada waktu proses yang sama (Bereded *et al.*, 2020). Jadi temperatur proses perlu dijaga dengan batas ambang maksimal adalah 35°C, agar agar tidak banyak menguap sehingga bakteri *anaerob* dapat hidup selama proses pembentukan biogas.

Jika dikaitkan dengan kebutuhan suhu untuk bakteri *metanogenik*, maka baik suhu awal (27,25 - 27,75°C) maupun suhu akhir (26,75-27,25°C) telah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh bakteri tersebut, yakni sebagaimana yang dinyatakan oleh (Kasinski, 2020), bahwa produksi gas yang memuaskan berada pada daerah *mesofilik* yaitu antara 25 - 30°C. Data dari suhu awal dan suhu akhir ini menunjukkan bahwa proses fermentasi pada digester berlangsung secara normal. Meskipun demikian, suhu awal maupun suhu akhir pada penelitian ini sebenarnya belum dalam kondisi optimal sehingga perlu lebih ditingkatkan lagi, sebagaimana dinyatakan oleh (Bereded *et al.*, 2020), bahwa temperatur yang optimal untuk digester adalah berkisar 30 - 35°C.

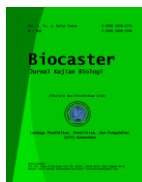


Perubahan suhu merupakan salah satu faktor yang sangat memengaruhi proses fermentasi *anaerobik*. Alasannya, bakteri *anaerob* sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Aktivitas bakteri dalam berkembang biak dan mendegradasi substrat 2-3 kali lebih cepat dibandingkan dengan perkembangbiakan bakteri pada suhu ruang, jika diberikan kenaikan suhu (Costa, 2011). Terjadinya peningkatan aktivitas bakteri *anaerobik* jika mengalami kenaikan suhu menurut (Sari *et al.*, 2014), disebabkan tumbukan antar molekul substrat terjadi lebih cepat.

Bakteri asidogenik dan bakteri metanogenik merupakan dua jenis bakteri yang sangat berperan di dalam digester biogas (Agusto & Okosun, 2010). Keduanya mempunyai peran yang berbeda. Bakteri asidogenik mengubah asam organik menjadi hidrogen, karbondioksida dan asam asetat; dan bakteri *metanogenik* yang menghasilkan metan dari asam asetat, hidrogen dan karbondioksida. Kedua bakteri ini perlu berada dalam jumlah yang seimbang. Bakteri-bakteri ini mampu memanfaatkan bahan organik dan memproduksi metan dan gas lainnya dalam siklus hidupnya pada kondisi *anaerob* (Kasinski, 2020).

Sebagai penghasil gas metana, bakteri *metatogenik* sangat sensitif terhadap suhu karena memiliki kisaran toleransi suhu yang spesifik. Jika kisaran suhu ini tidak tercapai selama proses fermentasi, maka produksi biogasnya tidak maksimal. (Kasinski, 2020), menyebutkan bahwa produksi gas yang memuaskan berada pada daerah mesofilik yaitu antara 25 - 30°C. Namun, temperatur optimumnya yaitu sekitar 35°C. Jika suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah, bakteri ini tidak aktif, bahkan produksi gasnya akan terhenti jika suhu turun menjadi 10°C. Biasanya biogas yang dihasilkan di luar kisaran 25-30°C mempunyai CO₂ yang lebih tinggi.

Sebagaimana diketahui bahwa kondisi pH sangat mempengaruhi populasi bakteri *asidogenik*, yang berperan dalam mengubah asam organik menjadi hidrogen, karbondioksida dan asam asetat dan bakteri *metanogenik*, yang berperan dalam menghasilkan metan dari asam asetat, hidrogen dan karbondioksida. Jika pH mendekati netral, seperti yang terjadi pada *slurry* dari kotoran kambing (7,09) maka akan lebih banyak populasi bakteri metatogenik yang tersedia untuk mengubah asam asetat yang dihasilkan oleh bakteri asidogenik, sehingga berat biogas yang dihasilkan juga lebih banyak. Sebaliknya, dengan kondisi pH yang di bawah netral, seperti yang terdapat pada *slurry* dari kotoran ayam, kuda, sapi, dan kerbau; menyebabkan produksi asam asetat yang dihasilkan oleh bakteri asidogenik menjadi menumpuk karena terbatasnya populasi bakteri metatogenik untuk mengubahnya menjadi gas metan. Dengan demikian, berat biogas yang dihasilkan dari ke empat digester tersebut relatif lebih sedikit dibandingkan dengan digester dengan *starter* kotoran kambing. (Budiono *et al.*, 2013), menyebutkan bahwa pada tahap pembentukan gas metana, bakteri yang berperan adalah bakteri *metanogenesis*. Bakteri ini akan memanfaatkan hasil dari tahap kedua yaitu asetat, format, karbondioksida, dan hidrogen sebagai substrat untuk menghasilkan metana, karbondioksida, sisa-sisa gas seperti H₂S dan air. Bakteri metatogenesis merupakan bakteri *obligat anaerobik* dan sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, terutama pH. Berbeda dengan bakteri *asidogenesis* dan *asetogenesis*, bakteri *metanogenesis* termasuk dalam Genus *Archaeobacter*.



Kegagalan proses pencernaan *anaerobik* dalam digester biogas bisa dikarenakan tidak seimbangnya populasi bakteri metanogenik terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam (pH kurang dari 7.0) yang selanjutnya menghambat kelangsungan hidup bakteri *metanogenik*. Kondisi keasaman yang optimal pada pencernaan *anaerobik* yaitu sekitar pH 6.8 sampai 8.0 laju pencernaan akan menurun pada kondisi pH yang lebih tinggi atau rendah (Kasinski, 2020).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis data disimpulkan bahwa jenis kotoran ternak hanya berpengaruh pada jumlah biogas yang terbentuk, namun tidak berpengaruh terhadap saat terbentuknya gas, pH *slurry*, dan suhu *slurry*. Dengan demikian kelima jenis kotoran ternak dapat digunakan sebagai *starter* dalam pembuatan biogas berbahan baku eceng gondok.

SARAN

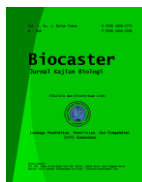
Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, disarankan kepada masyarakat di sekitar Bendungan Sungai Pinoh untuk memanfaatkan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan biogas dengan menggunakan kelima jenis kotoran ternak sebagai *starter*.

UCAPAN TERIMA KASIH

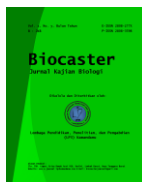
Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan semestinya.

DAFTAR RUJUKAN

- Agusto, F. B., & Okosun, K. O. (2010). Optimal Seasonal Biocontrol for *Eichhornia Crassipes*. *International Journal of Biomathematics*, 3(3), 383-397. <https://doi.org/10.1142/S1793524510001021>
- Bereded, N. K., Curto, M., Domig, K. J., Abebe, G. B., Fanta, S. W., Waidbacher, H., & Meimberg, H. (2020). Metabarcoding Analyses of Gut Microbiota of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Lake Awassa and Lake Chamo, Ethiopia. *Microorganisms*, 8(7), 1-20. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071040>
- Bhattacharya, A., & Kumar, P. (2010). Water Hyacinth as a Potential Biofuel Crop. *EJEAFChe : Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9(1), 112-122.
- Bick, E., Lange, E. S. D., Kron, C. P., Soler, L. D. S., Liu, J., & Nguyen, H. D. (2020). Effects of Salinity and Nutrients on Water Hyacinth and its Biological Control Agent, *Neochetina Bruchi*. *Hydrobiologia*, 847(15), 3213-3224. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04314-x>
- Budiyono, B., Khaerunnisa, G., & Rahmawati, I. (2013). Pengaruh pH dan Rasio COD: N terhadap Produksi Biogas dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinasse). *Eksergi*, 11(1), 1-6. <https://doi.org/10.31315/e.v11i1.324>



- Costa, J. D. (2011). Optimasi Produksi Biogas pada Anaerobic Digester Biogas Type Horizontal Berbahan Baku Kotoran Sapi dengan Pengaturan Suhu dan Pengadukan. *Thesis*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Gannon, M. (2014). Water Hyacinth-In and Out of Your Water Garden. Gannon: Full Service Aquatics.
- Gebregiorgis, F. Y. (2017). *Management of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes [Mart.] Solms) Using Bioagents in the Rift Valley of Ethiopia*. Wageningen: Wageningen University. <https://doi.org/10.18174/401611>
- Gumisiriza, R., Hawumba, J. F., Okure, M., & Hensel, O. (2017). Biomass Waste-to-Energy Valorisation Technologies: A Review Case for Banana Processing in Uganda. *Biotechnology for Biofuels*, 10(11), 1-29. <https://doi.org/10.1186/s13068-016-0689-5>
- Irawan, D., & Khudori, A. (2014). Pengaruh Suhu Anaerobik terhadap Hasil Biogas Menggunakan Bahan Baku Limbah Kolam Ikan Gurame. *TURBO*, 4(1), 17-22. <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v4i1.3>
- Iriani, P., Suprianti, Y., & Yulistiani, F. (2017). Fermentasi Anaerobik Biogas Dua Tahap dengan Aklimatisasi dan Pengkondisian pH Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v1i1.16>
- Isebe, T. I. (2016). Phytochemical Composition and Antibacterial Activity of *Eichhornia crassipes* in Lake Victoria, Kisumu. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 5(9), 45-52.
- Jones, J. L., Jenkins, R. O., & Haris, P. I. (2018). Extending the Geographic Reach of the Water Hyacinth Plant in Removal of Heavy Metals from a Temperate Northern Hemisphere River. *Scientific Reports*, 8(11071), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29387-6>
- Kasinski, S. (2020). Mesophilic and Thermophilic Anaerobic Digestion of Organic Fraction Separated During Mechanical Heat Treatment of Municipal Waste. *Applied Sciences*, 10(7), 1-20. <https://doi.org/10.3390/app10072412>
- Kementerian PUPR. (2016). *Menteri PUPR Meninjau Bendungan Batujai*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Koutika, L. S., & Rainey, H. J. (2015). A Review of the Invasive, Biological and Beneficial Characteristics of Aquatic Species *Eichhornia crassipes* and *Salvinia molesta*. *Applied Ecology and Environmental Research*, 13(1), 263-275. https://doi.org/10.15666/aeer/1301_263275
- Maga, A. (2014). *BWS NT I Tingkatkan Fungsi Bendungan Batu Jai*. Mataram: Antara News.
- Mekuriaw, S., Tegegne, F., Tsunekawa, A., & Ichinohe, T. (2018). Effects of Substituting Concentrate Mix with Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Leaves on Feed Intake, Digestibility and Growth Performance of Washera Sheep Fed Rice Straw-Based Diet. *Tropical Animal Health and Production*, 50(1), 965-972. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1519-5>
- Neves, N. G., Berni, M., Dragone, G., Mussatto, S. I., & Carneiro, T. F. (2018). Anaerobic Digestion Process: Technological Aspects and Recent



- Developments. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15(9), 2033-2046. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-1682-2>
- Oberholzer, I. G., & Hill, M. P. (2001). How Safe is the Grasshopper Cornops Aquaticum for Release on Water Hyacinth in South Africa? In: M. H. Julien, M. P. Hill, T. D. Center, & Ding Jianqing (eds.). Biological and Integrated Control of Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*. ACIAR Proceedings 102, 82-88.
- Prabawa, I. D. G. P., & Nurmilatina, N. (2017). Analisis Kualitas Formula Pupuk Organik Pelet dari Eceng Gondok dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 9(1), 17-28. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v9i1.3003>
- Pujowati, P., Ridwan, M., Rusdiansyah, R., & Sofian, S. (2019). Respons Pertumbuhan dan Hasil Jagung Semi (*Zea mays* L.) dengan Penambahan Berbagai Dosis Pupuk Eceng Gondok dengan Aktivator 2 *Trichoderma* sp. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(1), 8-14. <https://doi.org/10.35941/jatl.2.1.2019.2469.8-14>
- Putra, A. N., Ristian, S., Musfiroh., & Syamsunarno, M. B. (2020). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai Pakan Ikan Nila: Efek terhadap Pertumbuhan dan Kecernaan Pakan. *LEUIT : Journal of Local Food Security*, 1(2), 77-82. <http://dx.doi.org/10.37818/leuit.v1i2.10016>
- Renilaili. (2015). Enceng Gondok sebagai Biogas yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Ilmiah TEKNO*, 12(1), 1-10.
- Sari, S. N., Sutisna, M., & Pratama, Y. (2014). Biogas yang Dihasilkan dari Dekomposisi Eceng Gondok dengan Penambahan Kotoran Sapi sebagai Starter. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v2i1.%25p>
- Sivasankari, B., & Ravindran, D. (2016). A Study on Chemical Analysis of Water Hyacinth (*Eichornia crassipes*), Water Lettuce (*Pistia stratiotes*). *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5(10), 17566-17570. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2016.0510010>
- Turmuzi. (2016). *Perbesar Daya Tampung Air, Bendungan Batujai Lombok Tengah Dikeruk*. Lombok Tengah: Cendananews.com.
- Winarsih, W. H. (2018). Penyakit Ternak yang Perlu Diwaspadai Terkait Keamanan Pangan. *Cakrawala*, 12(2), 208-221. <https://doi.org/10.32781/cakrawala.v12i2.270>
- Yonathan, A., Prasetya, A. R., & Pramudono, P. (2012). Produksi Biogas dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*): Kajian Konsistensi dan pH Biogas yang Dihasilkan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), 412-416.