

POTENSI ECENG GONDOK SEBAGAI BAHAN ORGANIK BIOGAS

**SURJAWIRAWAN DWIPUTRANTO, S.SI., M.SI.
LIEFSON JACOBUS, S.SI., M.SC.**



POTENSI ECENG GONDOK
SEBAGAI BAHAN ORGANIK
BIOGASA

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau

POTENSI ECENG GONDOK SEBAGAI BAHAN ORGANIK BIOGA

**Surjawirawan Dwiputranto, S.Si., M.Si.
Liefson Jacobus, S.Si., M.Sc.**



POTENSI ECENG GONDOK SEBAGAI BAHAN ORGANIK BIOGAS

Diterbitkan pertama kali oleh *PT. Raja Wali Media Utama*
Hak cipta dilindungi oleh undang-undang All Rights Reserved
Hak penerbitan pada *PT. Raja Wali Media Utama*
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa seizin tertulis dari Penerbit

Cetakan Pertama: Juni 2023
14,8 cm x 21 cm
ISBN: 978-623-09-4810-7

Penulis:

Surjawirawan Dwiputranto, S.Si., M.Si.
Liefson Jacobus, S.Si., M.Sc.

Editor:

Irfan Hidayat, M. Pd.

Desain Cover:

Stevri Supriyeli Deosorio, S.Pd.

Tata Letak:

Elyakim Nova Supiryedi, S.Si., M.Pd.

Diterbitkan Oleh:

PT. Rajawali Media Utama
NIB. 2705230004279

Jln. ABG, Bagek Kembar, Tanjung karang Permai, Kota Matara,
Provinsi Nusa Tenggara Barat
Email: rajawalimediautama@gmail.com
Website: <https://rajawalimediautama.site>
Whatshaap: 0821-3441-1432

Prakata

Puji syukur dan hormat kepada Allah, atas pertolonganNya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini. Buku ini mengupas tuntas Potensi eceng gondok sebagai bahan organik biogas. Untuk mengetahui produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 (digester A) dan campuran eceng gondok dengan kotoran sapi (digester B). Data yang didapatkan dianalisa dan dibandingkan mulai dari volume, lama nyala api, tekanan, suhu akhir dan kandungan bioslurry. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkenan membantu. Buku ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan.

Yogyakarta, Juni 2023

Penulis

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL	i
TENTANG BUKU	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vi
BAB 1 PROLOG	1
BAB 2 Biogas	
1. Biogas.....	3
2. Sejarah Biogas.....	3
3. Komposisi Biogas	4
4. Tahapan Produksi Biogas	5
5. Faktor-Faktor Produksi Biogas	7
6. Biodigestaer	8
7. Jenis-jenis Biodigester	9
8. Komponen Utama Biodigester	11
BAB 3 Eceng Gondok	
1. Eceng Gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>)	12
2. Bahan Baku Biogas.....	21
3. Pemanfaatan Biogas	26
4. Pengertian Tekanan	27
5. Keseimbangan Hidrostatik.....	28
BAB 4 Persiapan Pengukuran Serapan Bahan	
1. Alat dan Bahan.....	30
2. Prosedur Pembutan Bioagas Organik	31
3. Persiapan dan Pengolahan.....	33
BAB 5 Proses Serapan Bahan Organik	
1. Hasil Serapan Bahan Biogas Organik	37

2. Kualitas Biogas Yang Optimal Pada Produksi Biogas Eceng Gondok Dengan EM-4 dan Biogas Campuran Eceng Gondok dengan Kotoran Sapi	49
3. Kandungan Bioslurry Yang Terkandung Pada Produksi Biogas Eceng Gondok Dengan EM-4 dan Biogas Campuran Eceng Gondok dengan Kotoran Sapi.....	50
BAB VI Epilog.....	52
Daftar Pustaka	53
Lampiran	54
Index	64
Profil Penulis	65

BAB 1

Prolog

Indonesia sampai saat ini merupakan salah satu Negara di dunia yang sangat bergantung pada energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas. Ketergantungan ini membuat kelangkaan terhadap energi fosil itu sendiri dan kebutuhan masyarakat terhadap minyak bumi dan gas semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat pula. Kenaikan harga minyak bumi dan gas di Indonesia tidak dapat dielakan lagi mengingat permintaan yang meningkat namun ketersediaan sumbernya terbatas, sehingga kenaikan harga minyak bumi dan gas memberikan efek negatif terhadap kenaikan barang-barang kebutuhan lainnya.

Kebutuhan gas bagi penduduk berpendapatan rendah dan tinggal di pedesaan yang sebagian besar menggunakan gas elpiji (LPG) yang memang dirasakan terjangkau, namun karena kebutuhan untuk usaha dan kehidupan sehari-hari menyebabkan masyarakat mengganti gas elpiji (LPG) dengan menebang pohon-pohon di hutan atau mengambil ranting-ranting pohon yang berjatuhan digunakan untuk memasak, hal tersebut lambat laun membuat kelestarian hutan semakin menurun dan menyebabkan bencana alam dan menggunakan kayu bakar untuk memasak sangat tidak baik bagi kesehatan, oleh karena itu dibutuhkan energi yang bukan berasal dari energi fosil seperti kotoran ternak, limbah industri makanan, tumbuh-tumbuhan dan sumber biomassa lainnya sebagai bahan alternatif yang bisa digunakan untuk menghemat penggunaan energi fosil.

Energi terbarukan adalah energi yang dapat diperbarui (renewable), salah satu contohnya adalah sumber energi biogas. Biogas merupakan proses produksi gas bio dari bahan organik dengan bantuan bakteri. Energi biogas sebagai pengganti energi fosil sehingga dapat menurunkan gas rumah kaca di atmosfer dan emisi lainnya.

Produksi biogas selama ini selalu menggunakan kotoran ternak, jerami, dan lain-lain, namun pada penelitian ini digunakan bahan lain sebagai bahan pembuatan biogas yaitu eceng gondok. Eceng gondok merupakan tanaman jenis gulma yang tumbuh di air dan pertumbuhannya sangat cepat. Pertumbuhan eceng gondok dalam sehari mencapai 1.9% dan tinggi mencapai 0.3-0.6 m (Yonathan,2013), dengan pertumbuhan yang sangat cepat menyebabkan kerugian bagi sungai, karena eceng gondok mempunyai sifat menutupi permukaan air sungai sehingga menyebabkan kandungan oksigen yang terdapat di dalam air menjadi berkurang, menyumbat saluran irigasi dan menurunkan hasil perikanan. Eceng gondok dimanfaatkan sebagai bahan biogas karena eceng gondok mengandung komponen-komponen kimia seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin (Nawir,2018).

Proses pembuatan biogas eceng gondok, kotoran sapi sangat dibutuhkan karena eceng gondok mengandung komponen lignin sehingga eceng gondok lebih lama terdekomposisi, maka dibutuhkan campuran yaitu kotoran sapi yang memiliki sumber bakteri untuk membantu proses dekomposisi (Wahyuni, 2013), selain menggunakan kotoran sapi sebagai starter digunakan pula EM-4 sebagai starter dikarenakan eceng gondok bila tidak menggunakan starter membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkan gas dimana dapat di buat perbandingan antara kedua campuran tersebut manakah yang lebih menghasilkan gas yang lebih optimal.

Penelitian ini bermanfaat dalam penghematan energi fosil karena bahan yang digunakan telah tersedia di alam dan tidak akan pernah habis. Negara-negara yang ada di dunia, salah satunya Indonesia tidak akan menjadi khawatir dengan ketersediaan gas, karena telah menemukan biogas sebagai pengganti gas LPG.

BAB 2

LANDASAN TEORI

1. Biogas

Biogas merupakan salah satu energi yang dihasilkan dari bahan-bahan organik dengan bantuan bakteri melalui proses anaerob. Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk produksi biogas adalah bahan organik berupa limbah sayur, kotoran ternak, limbah industri makanan dan kotoran manusia. Metana dalam biogas, bila terbakar akan relatif lebih bersih dibandingkan dengan energi fosil dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Biogas diproduksi secara anaerob melalui tiga tahap yakni hidrolisis, asidogenesis (pengasaman), dan metagenesis.

Biogas merupakan campuran beberapa gas dengan komponen utama adalah metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) dan sejumlah kecil uap air, hydrogen sulfide (H_2S), karbon monoksida CO dan Nitrogen N_2 . Komposisi biogas tergantung bahan baku yang digunakan, apabila menggunakan bahan baku kotoran manusia, kotoran hewan atau limbah cair tempat pemotongan hewan, gas metan yang diproduksi sekitar 70% dan bahan baku dari tumbuh-tumbuhan seperti batang padi, eceng gondok atau jerami menghasilkan gas metan sekitar 55% (Hardoyono, 2014).

1. Sejarah Biogas

Penemuan biogas pertama kali ditemukan oleh warga Mesir, China dan Roma kuno yang menggunakan gas metana untuk dibakar sebagai penghasil panas, sedangkan proses fermentasi untuk menghasilkan gas metana pertama kali ditemukan oleh Alessandro Volta pada tahun 1776, kemudian dikembangkan lagi beberapa dekade yaitu William Henry (1806) mengidentifikasi gas yang dapat terbakar.

dari pembentukan metana. Era penelitian Pasteur menjadi landasan untuk penelitian biogas saat ini.

Pada tahun 1900, pertama kali dibangun alat penghasil biogas secara anaerobik. Pada abad ke-19 negara Jerman dan Perancis melakukan riset penelitian untuk menjadikan gas metana sebagai biogas. Pada perang dunia II banyak petani di Inggris dan Benua Eropa membangun alat biogas kecil digunakan untuk menggerakkan traktor. Akibat kemudahan dalam memperoleh BBM dan harganya jauh lebih murah pada tahun 1950-an, banyak masyarakat yang mulai meninggalkan biogas. Tetapi di India kegiatan produksi biogas tetap dilakukan semenjak abad ke-19.

Teknologi biogas pertama kali mulai diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1970-an. Pada awalnya teknik pengolahan limbah dengan instalasi biogas ini mulai dikembangkan di wilayah pedesaan, tetapi saat ini teknologi ini sudah mulai diterapkan di wilayah perkotaan. Pada tahun 1981, pengembangan instalasi biogas di Indonesia dikembangkan melalui proyek pengembangan biogas dengan dukungan dana dari Food and Agriculture Organization (FAO) (Pertiwiningrum, 2015).

3 Komposisi Biogas

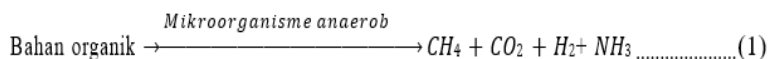
Komposisi dan produktivitas sistem biogas dapat dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti pH (tingkat keasaman), temperatur dan kelembapan udara. Komponen biogas yang paling penting dalam pembuatan biogas adalah metana CH_4 , hal ini karena pembuatan biogas yang sudah diproses dikembalikan ke kondisi semula yang diambil hanya gas metana CH_4 yang digunakan sebagai bahan bakar (Pertiwiningrum, 2015).

Table 2.1. Komposisi senyawa penyusun biogas (Sumber. Pertiwiningrum, Ambar. 2015)

Metana (CH_4)	55-75 %
Karbon dioksida (CH_2)	25-45 %
Nitrogen (N_2)	0-0.3 %
Hidrogen (H_2)	1-5 %
Hidrogen Sulfida (H_2S)	0-3 %
Oksigen (O_2)	0.1-0.5 %

4. Tahapan Produksi Biogas

Pada prinsipnya, biogas terbentuk melalui beberapa proses yang berlangsung dalam ruang yang anaerob atau tanpa oksigen. Mekanisme terbentuknya biogas secara umum :



Pembentukan biogas secara keseluruhan terdapat tiga proses dalam pembentukan biogas yaitu hidrolisis, pengasaman dan metagenesis.

a. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan tahapan pertama dalam proses fermentasi anaerob yaitu dengan mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pada tahap hidrolisis bahan-bahan organik yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan bahan ekstraktif seperti protein, karbohidrat dan lipida akan diurai menjadi senyawa dengan rantai yang lebih pendek, sebagai contoh yaitu polisakarida terurai menjadi monosakarida sedangkan protein terurai menjadi peptida dan asam amino. Hidrolisis dalam proses pembuatan biogas yaitu mikroorganisme yang berperan sebagai enzim ekstraseluler seperti selulose, amilase, protease dan lipase.

b. Tahap Pengasaman

Senyawa-senyawa yang terbentuk pada proses yang pertama yaitu tahap hidrolisis akan dijadikan sumber bagi mikroorganisme untuk tahap selanjutnya, yaitu tahap pengasaman. Pada tahap pengasaman bakteri mengubah polimer sederhana hasil hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen dan karbon-dioksida. Untuk mengubah polimer menjadi asam asetat, bakteri membutuhkan oksigen dan karbon. Asam asetat sangat penting dalam proses pembentukan gas selanjutnya, karena asam asetat digunakan untuk pembentukan gas metana.

c. Tahap Metagonesis

Pada tahap metagonesis bakteri metanogenik mendekomposisi senyawa dengan berat molekul rendah menjadi senyawa dengan berat molekul tinggi, sebagai contoh bakteri ini menggunakan asam asetat, hidrogen (H_2) dan karbon dioksida (CO_2) untuk membentuk metana dan karbondioksida (CO_2). Asam yang dihasilkan oleh pembentuk asam digunakan oleh pembentuk metana, tanpa adanya proses simbiotik tersebut, maka akan menimbulkan racun bagi mikroorganisme penghasil asam.

5. Faktor-Faktor Produksi Biogas

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses produksi biogas. Di bawah ini akan dijelaskan beberapa faktor utama yang mempengaruhi produksi biogas.

a. Bahan organik

Jenis bahan organik yang digunakan sebagai bahan pembuatan biogas merupakan faktor yang sangat penting, hal ini sangat berpengaruh pada lamanya waktu dekomposisi bahan sampai menghasilkan gas metana. Karakteristik lama bahan baku yang digunakan untuk menjadi biogas adalah adanya C/N rasio. Rasio C/N tersebut yang mempengaruhi kualitas dari biogas, jika C/N rasio dari bahan yang akan digunakan sangat tinggi, maka nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat dan laju reaksi akan menurun dan jika C/N rasio yang digunakan sangat rendah, maka nitrogen akan dibebaskan dan akan terakumulasi dalam bentuk amonia yang beracun dalam kondisi tertentu (Karki B Amrit.,dkk.2009).

b. Bakteri

Ada dua kelompok bakteri yang berpengaruh pada pembuatan biogas yaitu bakteri pembentuk asam dan bakteri pembentuk metana.

Bakteri-bakteri ini memecah bahan organik yang digunakan menjadi asam lemak. Asam lemak hasil penguraian dari bakteri asam, kemudian diuraikan lebih lanjut lagi menjadi biogas oleh bakteri metana.

c. Suhu

Suhu lingkungan sangat berpengaruh dalam pembuatan biogas. Perkembangbiakan bakteri sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan kurang atau tidak aktifnya mikroba penghasil biogas, sehingga kurang baik untuk proses pembentukan biogas.

a. Derajat Keasaman

Derajat keasaman juga sangat berpengaruh dalam kerja dari mikroba yang ada dalam digester. Derajat keasaman yang terlalu asam atau terlalu basa sangat mempengaruhi kerja mikroba.

6. Biodigester

Biodigester merupakan komponen utama dalam pembuatan biogas. Biodigester merupakan tempat material organik diurai oleh bakteri secara anaerob menjadi gas. Biodigester harus dirancang sedemikian rupa agar proses fermentasi anaerob dapat berjalan dengan baik. Produksi biogas pada umumnya terjadi pada 20-25 hari dan produksi biogas akan turun jika biodigester tidak diisi kembali (Suyitno dkk., 2010), terdapat beberapa tujuan dalam pembuatan biodigester yaitu mengurangi jumlah padatan, mengurangi jumlah bau dari kotoran dan menghasilkan padatan sebagai pupuk.

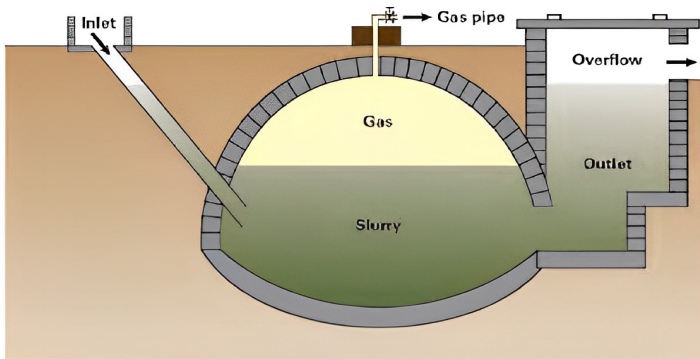
Padatan yang ada tidak semua terurai menjadi gas, maka tujuan dari proses digestion adalah mengurangi jumlah padatan dan padatan yang tidak terurai menandung gizi yang dapat digunakan sebagai pupuk. Biogas dapat ditujukan untuk mengurangi bau dan bukan menghilangkan bau dari kotoran dengan pembuatan digester bau yang dihasilkan selama proses digestion dapat di arahkan agar tidak mengganggu kenyamanan hidup sekitar.

7. Jenis-jenis Biodigester

Terdapat beberapa jenis biodigester yang dapat dilihat dari konstruksi, jenis aliran dan posisinya terhadap permukaan tanah. Kotoran merupakan campuran fasa padat dan cair dengan perbandingan tertentu, pada saat menginginkan hasil yang kontinu, maka bahan baku harus mampu mengalir kontinu tanpa bantuan pompa dan biodigester harus didesain supaya tidak terjadi penyumbatan (Suyitno dkk., 2010). Dari segi konstruksi, digester dibedakan menjadi :

a. *Fixed dome* (kubah tetap)

Digester kubah tetap mempunyai volume tetap, seiring dengan dihasilkannya gas maka terjadi peningkatan tekanan dalam reaktor (*biodigester*), dalam konstruksi *biodigester* jenis kubah tetap gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke tempat pengumpul gas diluar reaktor. Indikator produksi gas pada kubah tetap dapat dilakukan dengan memasang indikator tekanan.



Gambar 2.1. Biodigester Fixed Dome (Kubah Tetap).
(Lohri R Christian.,dkk. 2014)

b. Floating dome (kubah apung)

Digester kubah apung terdapat bagian reaktor yang dapat bergerak seiring dengan kenaikan reaktor. Pergerakan bagian kubah dapat dijadikan indikasi bahwa produksi biogas sudah dimulai atau sudah terjadi.

Dari segi aliran bahan baku reaktor biogas, dibedakan menjadi:

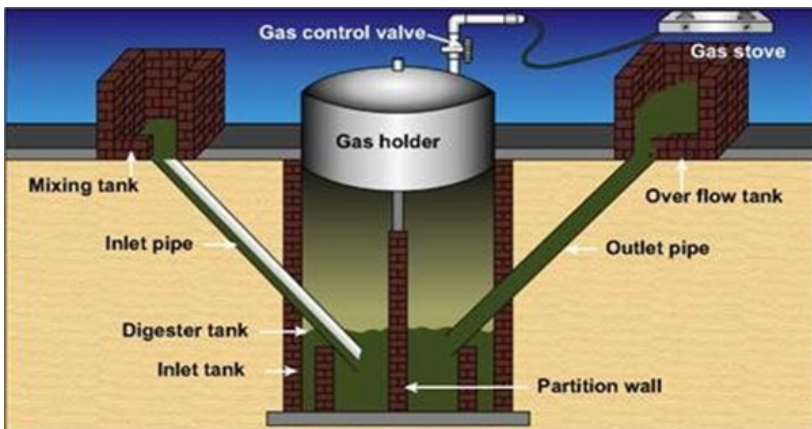
1. Bak (*batch*)

Pada biodigester jenis bak, bahan baku ditempatkan pada bak dari sejak awal hingga selesainya proses *digestion*. *Biodigester*

2. Mengalir (*continuous*)

Biodigester jenis mengalir, aliran bahan baku dimasukkan dan residu diketahui pada selang waktu tertentu.

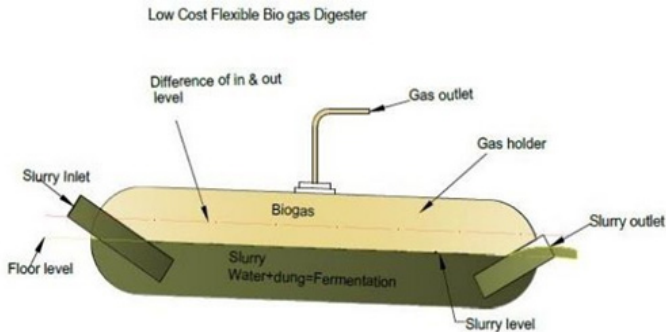
Gambar 2.2. Biodigester Floating Dome (Kubah Apung)



Gambar 2.2. Biodigester Floating Dome (Kubah Apung).
(Sumber.capitalenergy.biz)

c. Baloon Plant

Tipe balloon plant adalah konstruksi yang sangat sederhana terbuat dari bahan plastik yang ujung-ujungnya dipasangkan pipa masuk untuk kotoran ternak dan pipa keluar untuk pelepasan slurry, sedangkan pipa bagian atas berfungsi sebagai pipa untuk mengeluarkan gas.



Gambar.2.3. Biodigester Baloon plant
(Sumber. <https://www.build-a-biogas-plant.com>)

8. Komponen Utama *Biodigester*

Komponen yang digunakan untuk membuat *biodigester* tergantung pada jenis *biodigester* yang digunakan. Tujuan pembangunan *biodigester* secara umum terdiri dari empat komponen, yaitu saluran masuk slurry (kotoran segar) yang berfungsi sebagai saluran untuk memasukkan bahan organik atau kotoran dan air kedalam reaktor utama, ruang digestion (ruang fermentasi) yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses fermentasi dan dibuat kedap udara, saluran keluar residu (*sludge*) yang berfungsi mengeluarkan kotoran yang telah mengalami proses fermentasi oleh bakteri.

BAB 3

ECENG GONDOK

Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) adalah tanaman yang tumbuh diperairan seperti danau, sungai dan rawa-rawa. Eceng gondok adalah salah satu tanaman gulma yang cepat tumbuh tetapi jarang dimanfaatkan oleh masyarakat, sehingga sering disebut sebagai tanaman pengganggu dan tempat berkembang biaknya sarang penyakit. Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) adalah tanaman yang banyak mengandung lignin, hemiselulosa dan selulosa yang mempunyai peran penting dalam pembuatan biogas, berikut ini adalah jumlah produksi biogas yang dihasilkan oleh eceng gondok (Nawir Herman.,dkk. 2018).



Gambar 3.4. Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) (Sumber. www.ilmusiana.com)

Tabel 2.2. jumlah produksi biogas yang dihasilkan eceng gondok (Sumber. Nawir Herman.,dkk. 2018)

NO	Jenis Gas	Presentase (%)
1	CH ₄	54.2 %
2	CO ₂	27.1 %
3	N ₂	0.5 %
4	O ₂	0.16 %
5	CO	0.1 %

Perkembangbiakkan tanaman eceng gondok yang sangat cepat inilah yang merubahnya menjadi tanaman gulma di beberapa wilayah perairan Indonesia. Eceng gondok tumbuh di kolam-kolam dangkal, tanah basah dan rawa, aliran air yang lambat, danau, tempat penampungan air, dan sungai. Tumbuhan ini dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi yang ekstrem, yaitu dari ketinggian air, arus air, perubahan ketersediaan nutrisi, pH, temperatur, dan racun-racun dalam air. Pertumbuhan eceng gondok yang cepat disebabkan oleh adanya air yang mengandung nutrisi tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat, dan potasium. Di kawasan perairan danau, eceng gondok tumbuh pada bibir pantai sejauh 5-20meter. Hal ini menyebabkan berkurangnya volume air dan pendangkalan sungai, dikarenakan sifat tanaman ini yang mampu menyerap air sangat banyak. Di Indonesia, terdapat 3 jenis eceng gondok yakni eceng gondok sungai, eceng gondok rawa, dan eceng gondok kolam. Danau dan waduk yang telah ditumbuhi eceng gondok semakin banyak, misalnya Danau Toba, Danau Kerinci, Danau Sentani, Waduk Saguling, Waduk dan Bendung Curug (ketiganya di DAS Citarum). Demikian juga eceng gondok di Sungai Rokan, Siak, Musi, dan sungai lainnya di Indonesia. Beberapa faktor lingkungan ternyata sangat mempengaruhi kelimpahan dan penyebaran eceng gondok di perairan tersebut, diantaranya kecepatan arus dan kedalaman air.

Eceng gondok adalah tanaman yang hidup mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tingginya sekitar 0,5 meter. Eceng gondok tidak mempunyai batang, daunnya tunggal dan berbentuk oval, ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung, permukaan daunnya licin dan berwarna hijau.

Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Akarnya merupakan akar serabut. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) berkembang biak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Pada umumnya eceng gondok tumbuh dengan cara vegetatif yaitu, dengan menggunakan stolon. Kondisi optimum bagi perkembangannya memerlukan kisaran waktu antara 11 – 18 hari.

Selain dikenal dengan tanaman pengganggu, eceng gondok memiliki kemampuan dalam penyerapan logam-logam berat seperti Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn dengan baik sehingga sering di jadikan tanaman yang mampu mengolah air buangan domestik dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Selain itu, eceng gondok dapat menurunkan kadar BOD serta partikel suspensi secara biokimia berlangsung secara lambat

Perkembangbiakkan tanaman eceng gondok yang sangat cepat inilah yang merubahnya menjadi tanaman gulma di beberapa wilayah perairan Indonesia. Eceng gondok tumbuh di kolam-kolam dangkal, tanah basah dan rawa, aliran air yang lambat, danau, tempat penampungan air, dan sungai. Tumbuhan ini dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi yang ekstrem, yaitu dari ketinggian air, arus air, perubahan ketersediaan nutrien, pH, temperatur, dan racun-racun dalam air. Pertumbuhan eceng gondok yang cepat disebabkan oleh adanya air yang mengandung nutrien tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat, dan potasium. Di kawasan perairan danau, eceng gondok tumbuh pada bibir pantai sejauh 5-20meter. Hal ini menyebabkan berkurangnya volume air dan pendangkalan sungai, dikarenakan sifat tanaman ini yang mampu menyerap air sangat banyak. Di Indonesia, terdapat 3 jenis eceng gondok yakni eceng gondok sungai, eceng gondok rawa, dan eceng gondok kolam. Danau dan waduk yang telah ditumbuhi eceng gondok semakin banyak, misalnya Danau Toba, Danau Kerinci, Danau Sentani,

Waduk Saguling, Waduk dan Bendung Curug (ketiganya di DAS Citarum). Demikian juga eceng gondok di Sungai Rokan, Siak, Musi, dan sungai lainnya di Indonesia. Beberapa faktor lingkungan ternyata sangat mempengaruhi kelimpahan dan penyebaran eceng gondok di perairan tersebut, diantaranya kecepatan arus dan kedalaman air

Pertumbuhan eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Namun tidak hanya memiliki dampak yang negatif, tanaman eceng gondok juga memiliki dampak yang positif pada pertumbuhannya bagi lingkungan. Berikut ini merupakan uraian mengenai dampak positif dan negatif pertumbuhan eceng gondok.

A. Dampak Positif Pertumbuhan Eceng Gondok:

1. Mencegah Akumulasi Logam Berat

Mengonsumsi ikan air tawar secara terus menerus bias membahayakan bagi tubuh, karena dalam ikan air tawar terdapat logam berat yang apabila akumulasi logam berat dalam tubuh semakin bertambah dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan bibir sumbing, penyakit minamata, cacat pada bayi dan kerusakan saraf. Untuk itu perlu adanya penanganan, salah satunya dengan tumbuhan eceng gondok. Dari hasil penelitian, eceng gondok ini mampu menyerap logam berat dalam perairan. Jika itu dilakukan secara terus menerus maka kandungan logam berat dalam air bias mencapai titik 0.

2. Pupuk Organik

Dari hasil penelitian, eceng gondok ini kaya akan asam humat yang menghasilkan senyawa fitohara yang berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan akar pada tanaman, selain itu juga mengandung asam triterpenoid, sianida, alkanoid, dan kaya akan kalsium.

Dengan begitu enceng gondok sangat memungkinkan untuk dijadikan pupuk organik. Pupuk organik enceng gondok bias dimanfaatkan untuk jenis sayuran seperti bayam, wortel, cabe, terong, dan buah-buahan. Pupuk organik dari bahan baku enceng gondok ini dapat puladigunakan sebagai media tumbuh persemaian, pembibitan maupun pertumbuhan tanaman wadah (pot). Dengan tersedianya pupuk organik tersebut, diharapkan dapat membantu upaya pemulihan kualitas air danau dan mempercepat upaya pemulihan lahan kritis di daerah tangkapan air danau.

3. Bioetanol

Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif yang dipertimbangkan sebagai pengganti bahan bakar atau pensubstitusi minyak bumi. Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar atau substituent akan menurunkan emisi gas berbahaya (CO, NO, dan SO₂) dan menghasilkan gas rumah kaca yang sangat rendah bila dibandingkan dengan pembakaran minyak bumi. Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar tambahan juga dapat menurunkan emisi senyawa organik hidrokarbon, benzena karsinogenik, butadiena dan emisi partikel yang dihasilkan dari pembakaran minyak bumi.

4. Eceng Gondok Sebagai Bahan Pengganti

Institut Teknologi Nasional Eceng gondok memiliki manfaat sebagai bahan pengganti. Enceng gondok dapat dijadikan bahan pengganti pembuat kertas dan rotan. Hanya saja kembali lagi dengan pengetahuan pemerintah dan masyarakat yang masih kurang.

5. Sebagai Media Pertumbuhan Jamur

Eceng gondok juga memiliki manfaat sebagai tempat pertumbuhan jamur. Jamur yang dapat tumbuh pada eceng gondok adalah jamur merang.

6. Sebagai Lahan Bisnis Kerajinan

Sebenarnya masyarakat Indonesia sangatlah kreatif karena dapat membuat segala macam hal sebagai bisnis, termasuk pemanfaatan eceng gondok. Di wilayah Jawa Tengah dan Jawa Timur beberapa masyarakat menjadikan tanaman eceng gondok sebagai bahan untuk memproduksi kerajinan tangan seperti tas, dompet, gorden, taplak, dan lainnya.

B. Dampak Negatif Pertumbuhan Eceng Gondok:

Dampak negatif yang dapat ditimbulkan eceng gondok cukup banyak, maka penanganan atau pengolahan tanaman ini harus dilaksanakan dengan lebih serius. Akibat – akibat negatif yang ditimbulkan eceng gondok antara lain:

1. Meningkatnya evapotranspirasi (penguapan dan hilangnya air melalui daun-daun tanaman), karena daun-daunnya yang lebar dan serta pertumbuhannya yang cepat.
2. Menurunnya jumlah cahaya yang masuk ke dalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (DO: Dissolved Oxygens).
3. Tumbuhan eceng gondok yang sudah mati akan turun ke dasar perairan sehingga mempercepat terjadinya proses pendangkalan.

4. Mengganggu lalu lintas (transportasi) air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lainnya.
5. Meningkatnya habitat bagi vektor penyakit pada manusia.

Berikut adalah morfologi dari eceng gondok :

- Akar

Bagian akar eceng gondok ditumbuhi dengan bulu-bulu akar yang berserabut, berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Sebagian besar peranan akar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman dari dalam air. Pada ujung akar terdapat kantung akar yang mana di bawah sinar matahari kantung akar ini berwarna merah, susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air (Ardiwinata, 1950).

- Daun

Daun eceng gondok tergolong dalam makrofit yang terletak di atas permukaan air, yang di dalamnya terdapat lapisan rongga udara dan berfungsi sebagai alat pengampung tanaman. Zat hijau daun (klorofil) eceng gondok terdapat dalam sel epidemis. Dipermukaan atas daun dipenuhi oleh mulut daun (stomata) dan bulu daun. Rongga udara yang terdapat dalam akar, batang, dan daun selain sebagai alat penampungan juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan O₂ dari proses fotosintesis. Oksigen hasil dari fotosintesis ini digunakan untuk respirasi tumbuhan di malam hari dengan menghasilkan CO₂ yang akan terlepas ke dalam air (Pandey, 1980).

- Tangkai

Tangkai eceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang di dalamnya penuh dengan udara yang berperan untuk mengapungkan tanaman di permukaan air. Lapisan terluar petiole adalah lapisan epidermis, kemudian dibagian bawahnya terdapat jaringan tipis sklerenkim dengan bentuk sel yang tebal disebut lapisan parenkim, kemudian didalam jaringan ini terdapat jaringan pengangkut (xylem dan floem). Rongga-rongga udara dibatasi oleh dinding penyekat berupa selaput tipis berwarna putih (Pandey, 1950).

- Bunga

Eceng gondok berbunga bertangkai dengan warna mahkota lembayung muda. Berbunga majemuk dengan jumlah 6 - 35 berbentuk karangan bunga bulir dengan putik tunggal. Eceng gondok juga memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut, eceng gondok merupakan tumbuhan perennial yang hidup dalam perairan terbuka, yang mengapung bila air dalam dan berakar didasar bila air dangkal. Perkembangbiakan eceng gondok terjadi secara vegetatif maupun secara generatif, perkembangan secara vegetatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru. Setiap 10 tanaman eceng gondok mampu berkembangbiak menjadi 600.000 tanaman baru dalam waktu 8 bulan, hal inilah membuat eceng gondok banyak dimanfaatkan guna untuk pengolahan air limbah. Eceng gondok dapat mencapai ketinggian antara 40 - 80 cm dengan daun yang licin dan panjangnya 7 - 25 cm.

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan eceng gondok

1) Cahaya matahari dan suhu

Pertumbuhan eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup, dengan suhu optimum antara 25oC - 30oC, hal ini dapat dipenuhi dengan baik di daerah beriklim tropis. Di samping itu untuk pertumbuhan yang lebih baik, eceng gondok lebih cocok terhadap pH 7,0 - 7,5, jika pH lebih atau kurang maka pertumbuhan akan terlambat (Dhahiyat, 1974).

2) Ketersediaan Nutrien Derajat keasaman (pH) air

Pada umumnya jenis tanaman gulma air tahan terhadap kandungan unsure hara yang tinggi. Sedangkan unsur N dan P sering kali merupakan faktor pembatas. Kandungan N dan P kebanyakan terdapat dalam air buangan domestik. Jika pada perairan kelebihan nutrien ini maka akan terjadi proses eutrofikasi. Eceng gondok dapat hidup di lahan yang mempunyai derajat keasaman (pH) air 3,5 - 10. Agar pertumbuhan eceng gondok menjadi baik, pH air optimum berkisar antara 4,5 – 7.



Gambar 3.5. Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) (Sumber. www.ilmusiana.com)

1. Bahan Baku Biogas

Beberapa bahan organik yang digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biogas:

a . Kotoran Ternak

Kotoran ternak biasanya sering digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biogas seperti kotoran ayam, kotoran sapi, kotoran kerbau dan kotoran kambing.

a. Limbah Organik

Limbah organik sering digunakan sebagai bahan untuk pembuatan biogas seperti sisa tumbuh-tumbuhan, rumput-rumputan dan sisa limbah industri cair seperti limbah tempe dan tahu, salah satu permasalahan yang dihadapi dalam fermentasi anaerob adalah keberadaan senyawa-senyawa tertentu yang bertindak sebagai inhibitor, oleh karena itu perlu menambahkan sesuatu bahan baku lain agar menghilangkan pengaruh inhibitor yang ada.

Rasio ideal C/N untuk proses dekomposisi anaerob untuk menghasilkan metana adalah 25-30, oleh karena itu pada proses pencemaran bahan baku diusahakan memenuhi rasio ideal (Karki, Amrit B, dkk. 2009). Rasio C/N dari beberapa bahan organik dapat dilihat dari table berikut.

Tabel 2.3 Rasio C/N dari beberapa bahan organik
(Sumber. Karki, Amrit B, dkk. 2009)

No	Bahan Baku	C/N Rasio
1	Kotoran Bebek	8
2	Kotoran Manusia	8
3	Kotoran Manusia	10
4	Kotoran Kambing	12
5	Kotoran Babi	18
6	Kotoran Domba	19
7	Kotoran Sapi	24
8	Eceng Gondok	25
9	Kotoran Gajah	43
10	Jagung	60

Meningkatnya jumlah penduduk dan taraf hidup masyarakat, memerlukan lebih banyak energi untuk memenuhi kebutuhannya. Kebutuhan energi sebenarnya tidak lain adalah energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan dan mendistribusikan secara merata sarana-sarana pemenuhan kebutuhan pokok manusia.

Pemakaian bahan bakar fosil (minyak dan batubara) secara besar-besaran sebagai penyedia sumber daya energi telah terbukti ikut menambah beratnya pencemaran lingkungan. Sedangkan Indonesia yang akan memasuki era industrialisasi jelas akan memerlukan tambahan energi dalam jumlah yang relatif besar dan hal ini sudah barang tentu akan berdampak pula terhadap lingkungan. Diversifikasi energi merupakan salah satu jawaban untuk mencukupi kebutuhan energi yang terus meningkat.

Berbagai bentuk energi telah digunakan manusia seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam yang merupakan bahan bakar fosil. Selain itu, bahan bakar tradisional, yaitu kayu. Walaupun masih digunakan, penggunaan kayu bakar terbatas dengan berkurangnya hutan sebagai sumber kayu. Akan tetapi dengan meningkatnya jumlah penduduk, terutama yang tinggal di perdesaan, kebutuhan energi rumah tangga masih menjadi persoalan yang harus dicarikan jalan keluarnya.

Pertama, Biogas memberikan substitusi atau pengganti dari bahan bakar fosil untuk penerangan, kelistrikan, memasak dan pemanasan. Kedua, Methana (CH_4) yang dihasilkan secara alami oleh kotoran yang menumpuk merupakan gas penyumbang terbesar pada efek rumah kaca, bahkan lebih besar dibandingkan CO_2 .

Pembakaran Methana pada Biogas mengubahnya menjadi CO₂ sehingga mengurangi jumlah Methana di udara. Ketiga, dengan lestarnya hutan, maka akan CO₂ yang ada di udara akan diserap oleh hutan yang menghasilkan Oksigen yang melawan efek rumah kaca.

Secara prinsip pembuatan gas bio sangat sederhana, yaitu memasukkan substrat (kotoran sapi) ke dalam unit pencernaan (digester) yang anaerob. Dalam waktu tertentu gas bio akan terbentuk yang selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber energi, misalnya untuk kompor gas.

Biogas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik sangat populer digunakan untuk mengolah limbah biodegradable karena bahan bakar dapat dihasilkan sambil menghancurkan bakteri patogen dan sekaligus mengurangi volume limbah buangan. Metana dalam biogas, bila terbakar akan relatif lebih bersih daripada batu bara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit.

Pemanfaatan biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah karena metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya dalam pemanasan global bila dibandingkan dengan karbon dioksida. Karbon dalam biogas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga bila dilepaskan lagi ke atmosfer tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer bila dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil. Saat ini, banyak negara maju meningkatkan penggunaan biogas yang dihasilkan baik dari limbah cair maupun limbah padat atau yang dihasilkan dari sistem pengolahan biologi mekanis pada tempat pengolahan limbah

Kelebihan biogas:

1. Sumber Energi Terbarukan

Pembuatan biogas bahan utamanya adalah organik yang berasal dari limbah makanan sisa, tumbuhan, kotoran hewan, dan kotoran manusia. Jadi, bahan bakunya dapat mudah untuk ditemukan dan sifatnya berkelanjutan, menjadikan biogas sebagai sumber energi terbarukan. Menggunakan biogas artinya turut menjaga kelestarian lingkungan karena tidak merusak alam, seperti halnya penambangan.

2. Menjaga lingkungan karena memanfaatkan limbah

Setiap hari jumlah limbah atau sampah yang dihasilkan dari aktifitas manusia sangatlah banyak, apabila tidak didaur ulang maka akan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah untuk dijadikan biogas ini adalah solusi apik untuk menjaga lingkungan tetap bersih dan sehat.

3. Bahan baku yang ekonomis

Bahan baku untuk membuat biogas sangatlah murah, bahkan gratis. Jika dibandingkan dengan batu bara atau energi fosil lainnya, tentu saja biogas ini jauh lebih ekonomis. Bayangkan saja jika menggunakan batu bara maka memerlukan biaya yang besar untuk penambangan, belum lagi untuk kendaraan angkutnya dari daerah pertambangan ke tempat pembangkit listrik.

4. Energi alternatif untuk daerah terpencil

Daerah terpencil yang sulit dicapai atau bahkan tidak adanya pendistribusian bahan bakar cocok untuk menggunakan energi biogas. Alasannya, selain dapat dijadikan untuk menjadi energi listrik, tetapi juga dapat digunakan untuk memasak. Dengan demikian, daerah terpencil tersebut bisa hidup mandiri.

5. Menghasilkan Pupuk Organik

Produksi biogas juga menghasilkan limbah, tetapi limbah yang dihasilkan dari biogas adalah pupuk organik. Dengan begitu, petani tidak perlu lagi terlalu bergantung pada pupuk kimia karena dapat memanfaatkan pupuk organik hasil dari limbah biogas.

Kekurangan biogas:

1. Teknologi pengolahan biogas yang masih kurang efisien
Saat ini sistem yang digunakan dalam produksi biogas masih terbilang sederhana dan belum ada kemajuan yang signifikan. Akibatnya, produksi biogas yang dihasilkan pun masih belum maksimal dan efisien. Itu juga yang menjadi alasan mengapa biogas belum diproduksi secara besar dan hanya diproduksi skala kecil saja.
Pemerintah juga sebetulnya perlu untuk menaruh perhatian atau berinvestasi pada pengembangan energi biogas. Dengan demikian, proses produksi bisa menjadi lebih maju dan efisien sehingga produksi biogas dalam skala besar dapat diwujudkan, dan tidak hanya bergantung pada energi fosil terus.
2. Bau tidak sedap
Karena bahan utama dari produksi biogas adalah limbah maka disekitar area tempat produksi akan tercium bau yang tidak sedap. Bau yang ditimbulkan juga tergantung dari bahan limbah apa yang digunakan.
3. Tidak dapat diterapkan di semua lokasi
Selain adanya bau yang tidak sedap, produksi biogas sebetulnya juga tidak terlalu praktis. Oleh karena itu, proses produksi biogas tidak dapat dilakukan di sembarang tempat, apalagi jika dilakukan di perkotaan, pasti akan sangat mengganggu sekali. Namun, jika diproduksi di lokasi terpencil akan malah membantu masyarakat di sana.
4. Ketergantungan terhadap Cuaca
Sumber energi terbarukan, seperti angin dan matahari sangat bergantung sekali pada cuaca, itu juga sama dalam proses produksi energi biogas karena proses penguaraian anaerobik hanya akan terjadi jika lingkungan dengan suhu 37°C.

2. Pemanfaatan Biogas

Manfaat biogas adalah menghasilkan gas metana untuk menggantikan bahan bakar seperti minyak tanah dan dapat digunakan sebagai bahan untuk memasak, dalam skala besar biogas bisa digunakan sebagai pembangkit listrik, selain digunakan sebagai pengganti bahan bakar, sisa proses produksi biogas akan menghasilkan kotoran yang bisa digunakan sebagai pupuk organik.

a. Memasak

Produk utama dari biogas adalah menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk menyalakan kompor untuk memasak. Nyala api dari gas bio sama dengan nyala api dari LPG, bila dibandingkan dengan minyak tanah, LPG atau kayu bakar, biogas jauh lebih murah karena tidak perlu membayar untuk mendapatkannya.

b. Lampu penerangan

Biogas juga dapat digunakan untuk menghidupkan lampu. Lampu yang digunakan adalah lampu khusus yang memang didesain menggunakan energi dari biogas.

c. Pemanfaatan *bioslurry* (hasil samping biogas)

Sisa keluaran biogas yang keluar berbentuk lumpur (*bioslurry*) yang telah mengalami dekomposisi *anaerob* sehingga bisa langsung diaplikasikan. *Bioslurry* mengandung beberapa mineral yang sangat dibutuhkan tumbuhan seperti fosfor, magnesium, kalsium, kalium, tembaga dan seng, selain kaya dengan mineral yang bernutrisi lengkap, *bioslurry* juga mengandung mikroba “probiotik” yang membantu menyuburkan tanah dan menambah nutrisi serta mengendalikan penyakit pada tanah.

Lanah menjadi lebih subur dan sehat sehingga produktivitas tanaman lebih baik, ada beberapa mikroba yang terkandung dalam *bioslurry*, yaitu:

1. Mikroba selutik yang bermanfaat untuk pengomposan
2. Mikroba pebambat nitrogen yang bermanfaat untuk menangkap dan menyediakan nitrogen
3. Mikrobapelarut fosfat yang bermanfaat untuk melarutkan dan menyediakan fosfor yang siap di serap.
4. Mikroba *lactobacillius* sp yang berperan dalam mengendalikan serangan penyakit tular tanah.

Bioslurry memiliki beberapa keunggulan di bandingkan dengan kotoran hewan segar atau pupuk kandang biasa, yaitu:

1. *Bio slurry* bermanfaat menyuburkan tanak pertanian
2. Kandungan nutrisi *bio slurry* terutama Nitrogen (N) lebih baik dibandingkan dengan pupuk kandang/kompos. Nitrogen (N) yang terkandung pada bio slurry lebih banyak dan mudah diserap oleh tanaman.
3. *Bio slurry* bebas bakteri pembawa penyakit tanaman. Proses fermentasi di reaktor biogas dapat membunuh organisme yang menyebabkan penyakit pada tanaman.

3. Pengertian Tekanan

Tekanan didefinisikan sebagai gaya untuk tiap satuan luas, oleh karena itu satuan yang dipakai untuk tekanan merupakan hasil bagi anatra satuan gaya dan satuan luas. Tekanan khusus untuk gas yang paling umum ada tiga macam tekanan, yaitu:

1. Tekanan Absolut (*Absolute Preissure*)

Tekanan Absolut (*Absolute Preissure*) adalah tekanan yang dipengaruhi oleh besarnya tekanan dari luar (tekanan *atmosfer*). Besarnya tekanan absolut dinyatakan dengan psia (*pound per square inch absolute*)

2. Tekanan Gage (Gauge Preissure)

Tekanan Gage (Gauge Preissure) adalah tekanan yang besarnya tidak dipengaruhi tekanan dari luar (tekanan atmosfer). Besarnya tekanan gage dinyatakan dalam psig (pound per square inch gage)

4. Kesetimbangan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yan diberikan cairan pada kesetimbangan karena dipengaruhi gaya gravitasi, hal ini menunjukkan bahwa setiap benda yang berada pada zat cair yang diam, tekanannya tergantung pada besarnya gravitasi, hal lain yang mempengaruhi besar tekanan hidrostatik yaitu ketinggian atau kedalaman dan massa jenis zat cair (Lahagu.,2018)

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot g}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Jika m (massa) = ρV , maka.

$$P = \frac{\rho V g}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Dan V (volume) = A h, maka

$$P = \frac{\rho A h g}{A} \dots\dots\dots (3)$$

Volume tidak mempengaruhi besarnya tekanan hidrostatik dan besar tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh kedalaman, gravitasi dan massa jenis fluida (zat cair).

Sehingga rumus tekanan hidrostatik adalah :

$$P = \rho g h \dots\dots\dots (4)$$

karena tekanan yang digunakan berupa tekanan absolute maka diubah menjadi :

$$P_{abs} = P_{atm} + P \dots\dots\dots (5)$$

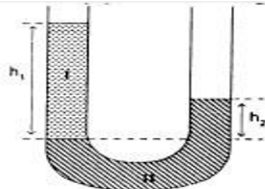
$$P_{biogas} = P_{abs} \times \frac{1atm}{101.325 Pa} \dots\dots\dots (6)$$

Tekanan diatas air raksa pada tabung tidak vakum sama sekali, tetapi ada tekanan uap air raksa yang mana besarnya kecil sekali yaitu sebesar 0.00122 mm Hg pada temperatur (20°C)

1. Pipa U

Pipa yang berbentuk huruf U yang bentuk ujungyater-tutup dan vakum dapat dipakai untuk mengukur tekanan abso-lut, seperti pada barometer, maka besarnya tekanan absolut yang dihubungkan dengan kaki terbuka adalah seperti pada rumus (4) diatas.

Cairan yang digunakan tidak selamanya menggunakan air raksa, untuk tekanan yang tinggi dipakai cairan-cairan yang besar sedangkan untuk cairan yang ringan dipakai untuk meng-ukur tekanan yang rendah.



Gambar 2.5. Manometer pipa U

Dimana :

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman/ ketinggian (m)

$1\text{atm} = 101.325\text{ Pa}$

P_{abs} = Tekanan Absolut (atm)

P = Tekanan (Pa)

P_{biogas} = Tekanan Biogas (atm)

BAB IV

PERSIAPAN PENGUKURAN SERAPAN BAHAN

Proses Pembuatan Biogas Organik ini dilaksanakan di Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta (UKRIM) di Lab Energi Terbarukan dan Laboratorium CV. Chem-Mix Pratama Yogyakarta, mulai dari perancangan alat, pengambilan data, dan pengujian.

1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

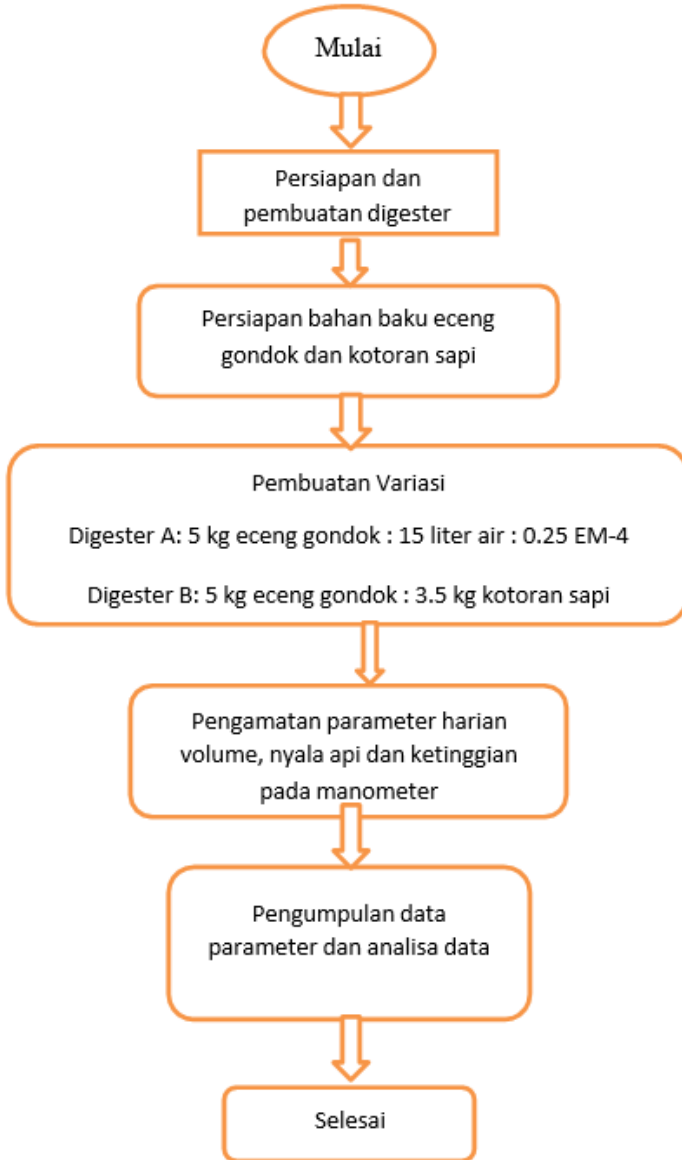
a. Bahan

- | | |
|-----------------|---------|
| 1. Eceng gondok | 3. Air |
| 2. Kotoran Sapi | 4. EM-4 |

b. Alat yang akan digunakan sebagai berikut:

- | | | |
|------------------|---------------------------|-------------------|
| 1. Gergaji besi | 11. Selang kompresor | 21. Tangkiplastik |
| 2. Timbangan | 12. Stop kran kompresor | 22. Termometer |
| 3. Bor listrik | 13. Stop kran kompresor T | 23. Papan triplek |
| 4. Kikir | 14. Lem sealer | |
| 5. Palu | 15. Baut dan mur | |
| 6. Pahat | 16. Lem pipa | |
| 7. Ember | 17. Isolasi | |
| 8. Meteran | 18. Botol aqua | |
| 9. Amplas | 19. Kompor Gas | |
| 10. Drat 1/2inci | 20. Cincin selang | |

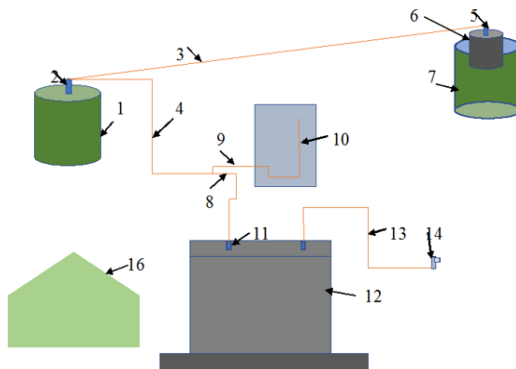
2. Prosedur Pembuatan Bioagas Organik



Gambar 4.1 Diagram alir prosedur penelitian

a. Alat

Alat yang digunakan pada adalah digester bentuk floating dome (kubah apung), alat dirangkai sesuai dengan gambar 3.2 yaitu menggunakan tangki. Pada penelitian ini digunakan 2 buah digester, yaitu eceng gondok dengan EM-4 (digester A) dan campuran eceng gondok dengan kotoran sapi (digester B).



Gambar 3.2 Rangkaian alat penghasil biogas (digester).
(Sumber. Lahagu, 2018)

Keterangan:

1. Digester (bak penampungan kotoran ternak)
2. Kran saluran gas ke penyimpanan gas
3. Selang saluran gas ke penyimpanan gas
4. Selang saluran gas
5. Kran buka/tutup saluran gas ke penyimpanan gas 6&7.
- Tempat penyimpanan gas
8. Sambungan selang/pipa T
9. Selang ke pipa U
10. Pipa U (untuk mengukur tekanan gas)
11. Selang yang masuk ke tempat watertrap
12. Watertrap

13. Selang yang masuk ke kran kompor gas
14. Kran buka/tutup saluran ke kompor gas
15. Kran untuk mengeluarkan air dari watertrap
16. Penampungan bio slurry

b. Bahan

Bahan yang digunakan adalah eceng gondok yang diambil dari kali, kotoran sapi segar yang diambil dari peternakan warga, Air dan EM4 yang digunakan sebagai starter

3. Persiapan dan Pengolahan

1. Persiapan Alat

Alat sebelum digunakan dibersihkan terlebih dahulu dengan cara di cuci dengan air bersih agar terbebas dari bahan-bahan lain yang dapat menghambat proses fermentasi, setelah semua alat bersihkan dengan air, selanjutnya semua alat diuji kebocorannya dengan cara untuk digester biogas di isi dengan air hingga penuh sedangkan untuk tangki penampung gas bio di isi dengan angin secukupnya kemudian dimasukkan ke dalam wadah berisi air, jika ada gelembung yang keluar dari tangki penampung maka harus diberi tanda agar dapat dilakukan penambalan pada tangki penampung gas. Pembuatan manometer U yaitu dengan cara menyiapkan papan tripleks dan selang bening yang di isi dengan air dan pewarna.

Fungsi ditambahkan pewarna pada manometer yaitu agar bisa dilihat lebih jelas skala tekanan dari hasil biogas. Tangki penampungan gas diisi dengan air hingga penuh dan tangki diberikan skala untuk melihat ketinggian dalam menghitung volume gas (m^3) yang dihasilkan.

a. Pembuatan Starter

Starter dari kotoran sapi segar (yang diambil dari peternakan warga) dan dicampurkan dengan air dengan perbandingan 1:1. Kotoran sapi segar yang digunakan sebanyak 3.5 kg dengan air sebanyak 3.5 liter air.

b. Pengambilan Eceng Gondok

Sampel bahan eceng gondok diambil secukupnya dari kali, kemudian eceng gondok tersebut di cuci langsung di kali tempat pengambilan eceng gondok dan dicacah hingga halus (seperti pada gambar 3.3) mulai dari batang, daun, dan akar untuk mengecilkan permukaan eceng gondok agar mempercepat tahap hidrolisisnya, seceng gondok ditimbang masing-masing untuk tiap digester sebanyak 5 kg.



Gambar. 3.3 Eceng gondok yang dicacah halus

c. Pembuatan Variasi Campuran

Pada percobaan pertama dan kedua dilakukan 2 variasi campuran eceng gondok. Campuran A eceng gondok dan air dengan perbandingan 1:3 kemudian ditambahkan EM-4 sebanyak 0.25 liter dan air 2.25 liter (Nawir Herman.,dkk. 2018) dan campuran B eceng gondok dengan air dengan perbandingan eceng gondok dan air 1:3 dicampurkan dengan kotoran sapi yang dicampurkan air 1:1.

1. Perbandingan 1: 3 berisi 5 kg eceng gondok, 15 liter air dan 0.25 liter EM-4, 2.25 liter air
2. Perbandingan 1:3 berisi 5 kg eceng gondok, 15 liter air dicampur dengan 3.5 kg kotoran sapi, 3.5 liter air.



Gambar. 3.4. Campuran eceng gondok dengan kotoran sapi



Gambar. 3.5. Campuran eceng gondok dengan air

2. Analisis Biogas

Gas yang tertampung pada tangki diambil, kemudian gas yang diambil dianalisa untuk melihat volume (m^3), kualitas biogas (volume, suhu akhir dan tekanan) yang optimal dan nyala api. Pengukuran volume (m^3) gas yang dihasilkan diukur dengan menggunakan rumus volume (m^3) silinder karena tangki yang digunakan berbentuk silinder

$$V = \pi r^2 t \dots \dots \dots (1)$$

Pada pengukuran kualitas biogas (volume, suhu akhir dan tekanan) yang optimal dengan cara mendidihkan 1 liter air dari suhu awal 28°C hingga naik menjadi 58°C kemudian dilihat berapakah gas yang dibutuhkan untuk mendidihkan 1 liter air, sedangkan untuk mengukur nyala api sama saja dengan mengukur kualitas metana yaitu dengan cara menggunakan kompor, panci dan korek.

4. Tabel Pengambilan Data

1. Tabel Data Volume, Tekanan dan Nyala Api

Tanggal	Waktu	h_1	h_2	Δh ($h_1 - h_2$)	Lama Nyala Api (s)	Volume (m^3)

2. Tabel Kandungan Bio slurry

No	Jenis Analisa	Satuan	Jenis Biogas	
			Eceng Gondok	Campuran Eceng Gondok dan Kotoran Sapi

BAB V

PROSES SERAPAN BAHAN BIOGAS ORGANIK

Eceng gondok dengan EM-4 dan campuran eceng gondok dengan kotoran sapi. Biodigester yang digunakan adalah biodigester floating dome (kubah apung) yang terbuat dari tangki berukuran 35 liter. Biodigester yang digunakan diletakkan di atas permukaan tanah.

1. Proses Serapan Bahan Organik

Alat penghasil biogas dirangkai dalam skala kecil dan terbuat dari bahan plastik (tangki) yang biasanya digunakan sebagai tempat penampungan air dan mudah didapatkan.

Alat penghasil biogas dalam skala kecil ini bekerja dengan cara memasukkan komponen utama penghasil biogas melalui saluran pemasukkan yaitu eceng gondok dan air dengan perbandingan 1: 3 untuk digester A dan campuran eceng gondok dan kotoran sapi untuk digester B, semua bahan untuk digester A maupun B diaduk terlebih dahulu secara merata (homogen), agar pemasukkan bahan ke dalam digester berlangsung dengan baik dan proses fermentasinya lebih baik, untuk mengkondisikan agar proses fermentasi anaerob maka saluran masukkan dan pembuangan ditutup.



Gambar. 5.1 Intalasi biogas skala kecil

a. Volume

Pengukuran volume (m^3) diukur dengan cara menggunakan skala meteran yang telah dipasang pada tempat penampungan gas. Pengukuran volume (m^3) gas selama proses produksi gas percobaan pertama dilakukan mulai pada hari ke-9 sampai pada hari ke-30, sedangkan pada percobaan kedua dilakukan mulai pada hari ke-7 sampai hari ke-30 setiap hari pada pukul 15.15 sore. Data yang dikumpulkan selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus volume (m^3) silinder karena bahan penampungan gas yang digunakan adalah tangki yang berbentuk silinder. Data volume terdapat pada tabel IV.1, IV.2, dan IV.3.

Tabel V.1 Data hasil pengamatan percobaan 1 volume, lama nyala api dan suhu akhir produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi

Hari/Tanggal	Pukul	h (m)	Lama Nyala Api (s)	T (°C)	Tawal (°C)	Takhir (°C)	Volume (m^3)	P (atm)
Rabu, 9 Oktober 2019	15.15	0,0825	-	-	-	-	0,0042	1,008
Kamis, 10 Oktober 2019	15.15	0,11	48,31	35,1	28	35,1	0,0055	1,011
Jumat, 11 Oktober 2019	15.15	0,073	-	-	-	-	0,0077	1,007
Sabtu, 12 Oktober 2019	15.15	0,083	-	-	-	-	0,0099	1,008
Minggu, 13 Oktober 2019	15.15	0,089	-	-	-	-	0,0128	1,009
Senin, 14 Oktober 2019	15.15	0,12	64,23	42,3	28	42,3	0,017	1,012
Selasa, 15 Oktober 2019	15.15	0,072	-	-	-	-	0,0203	1,007
Rabu, 16 Oktober 2019	15.15	0,084	-	-	-	-	0,0232	1,008
Kamis, 17 Oktober 2019	15.15	0,091	-	-	-	-	0,0261	1,009
Jumat, 18 Oktober 2019	15.15	0,1	-	-	-	-	0,0274	1,010
Sabtu, 19 Oktober 2019	15.15	0,16	104,12	58	28	58	0,0294	1,015
Minggu, 20 Oktober 2019	15.15	0,071	-	-	-	-	0,0311	1,007
Senin, 21 Oktober 2019	15.15	0,082	-	-	-	-	0,0361	1,008
Selasa, 22 Oktober 2019	15.15	0,092	-	-	-	-	0,0382	1,009
Rabu, 23 Oktober 2019	15.15	0,16	103,14	58	28	58	0,0411	1,015
Kamis, 24 Oktober 2019	15.15	0,08	-	-	-	-	0,044	1,008
Jumat, 25 Oktober 2019	15.15	0,081	-	-	-	-	0,0456	1,008
Sabtu, 26 Oktober 2019	15.15	0,094	-	-	-	-	0,0478	1,009
Minggu, 27 Oktober 2019	15.15	0,1	-	-	-	-	0,0494	1,010
Senin, 28 Oktober 2019	15.15	0,111	-	-	-	-	0,051	1,011
Selasa, 29 Oktober 2019	15.15	0,122	-	-	-	-	0,0523	1,012
Rabu, 30 Oktober 2019	15.15	0,18	127,34	63	28	63	0,0535	1,017

Tabel V.2 Data hasil pengamatan percobaan 2 volume, lama nyala api dan suhu akhir produksi biogas eceng gondok

Hari/Tanggal	Pukul	h (m)	Lama Nyala Api (s)	T (°C)	Tawal (°C)	Takhir (°C)	Volume (m ³)	P (atm)
Sabtu, 7-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0006	1,002
Minggu, 8-12-2019	15.15	0,0286	-	-	-	-	0,0012	1,003
Senin, 9-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0016	1,004
Selasa, 10-12-2019	15.15	0,09	12,23	-	-	-	0,002	1,009
Rabu, 11-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0024	1,002
Kamis, 12-12-2019	15.15	0,0029	-	-	-	-	0,0029	1,000
Jumat, 13-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0035	1,004
Sabtu, 14-12-2019	15.15	0,11	15,34	-	-	-	0,0038	1,011
Minggu, 15-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0043	1,002
Senin, 16-12-2019	15.15	0,03	-	-	-	-	0,0053	1,003
Selasa, 17-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0063	1,004
Rabu, 18-12-2019	15.15	0,05	-	-	-	-	0,0067	1,005
Kamis, 19-12-2019	15.15	0,12	17,58	-	-	-	0,007	1,012
Jumat, 20-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0074	1,002
Sabtu, 21-12-2019	15.15	0,03	-	-	-	-	0,0076	1,003
Minggu, 22-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0078	1,004
Senin, 23-12-2019	15.15	0,13	20,43	-	-	-	0,008	1,013
Selasa, 24-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0083	1,002
Rabu, 25-12-2019	15.15	0,03	-	-	-	-	0,0087	1,003
Kamis, 26-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0088	1,004
Jumat, 27-12-2019	15.15	0,05	-	-	-	-	0,009	1,005
Sabtu, 28-12-2019	15.15	0,06	-	-	-	-	0,0093	1,006
Minggu, 29-12-2019	15.15	0,07	-	-	-	-	0,0094	1,007
Senin, 30-12-2019	15.15	0,15	23,12	-	-	-	0,0095	1,015

Tabel V.3 Data hasil pengamatan percobaan 2 volume, lama nyala api dan suhu akhir produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi

Hari/Tanggal	Pukul	h (m)	Lama Nyala Api (s)	T (°C)	Tawal (°C)	Takhir (°C)	Volume (m ³)	P (atm)
Sabtu, 7-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0020	1,002
Minggu, 8-12-2019	15.15	0,072	-	-	-	-	0,0036	1,007
Senin, 9-12-2019	15.15	0,0815	-	-	-	-	0,0052	1,008
Selasa, 10-12-2019	15.15	0,13	53,64	38,5	28	38,5	0,0062	1,013
Rabu, 11-12-2019	15.15	0,074	-	-	-	-	0,0087	1,007
Kamis, 12-12-2019	15.15	0,082	-	-	-	-	0,0112	1,008
Jumat, 13-12-2019	15.15	0,09	-	-	-	-	0,0147	1,009
Sabtu, 14-12-2019	15.15	0,15	65,43	45,7	28	45,7	0,0187	1,015
Minggu, 15-12-2019	15.15	0,072	-	-	-	-	0,0213	1,007
Senin, 16-12-2019	15.15	0,084	-	-	-	-	0,0239	1,008
Selasa, 17-12-2019	15.15	0,091	-	-	-	-	0,0266	1,009
Rabu, 18-12-2019	15.15	0,1	-	-	-	-	0,0282	1,010
kamis, 19-12-2019	15.15	0,17	120,35	58	28	58	0,0303	1,016
Jumat, 20-12-2019	15.15	0,071	-	-	-	-	0,0324	1,007
Sabtu, 21-12-2019	15.15	0,082	-	-	-	-	0,0374	1,008
Minggu, 22-12-2019	15.15	0,092	-	-	-	-	0,0399	1,009
Senin, 23-12-2019	15.15	0,173	121,41	58	28	58	0,0419	1,017
Selasa 24-12-2019	15.15	0,08	-	-	-	-	0,0444	1,008
Rabu, 25-12-2019	15.15	0,081	-	-	-	-	0,0461	1,008
Kamis, 26-12-2019	15.15	0,094	-	-	-	-	0,0482	1,009
Jumat, 27-12-2019	15.15	0,1	-	-	-	-	0,0507	1,010
Sabtu, 28-12-2019	15.15	0,111	-	-	-	-	0,0520	1,011
Minggu, 29-12-2019	15.15	0,122	-	-	-	-	0,0532	1,012
Senin, 30-12-2019	15.15	0,19	135,17	65	28	65	0,0544	1,018

b. Hasil Analisa Data dan Perbandingan Data Penelitian Percobaan Pertama dan Percobaan Kedua Pada Produksi Biogas Eceng Gondok Dengan EM-4 (Digester A)

Hasil analisa data penelitian percobaan pertama dan kedua pada produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dapat dibuat perbandingan antara volume (m^3) dan lama nyala api (s). Pada penelitian pertama, pengisian bahan biogas dimulai pada tanggal 1 Oktober 2019, pada hari ke-15 mulai dari pengisian bahan belum menghasilkan gas sehingga pada hari ke-16 bahan biogas ditambahkan EM-4, namun sampai hari ke 26 sama sekali belum menghasilkan gas dan pada saat digester akan ditutup agar lebih rapat, digester terjatuh dan semua bahan terbuang sehingga penelitian tidak dapat dilanjutkan, sedangkan pada percobaan kedua, pengisian bahan dimulai pada tanggal 1 Desember 2019 dan pengambilan data dimulai pada tanggal 7 Desember 2019. Volume (m^3) gas yang dihasilkan pada percobaan kedua tidak optimal dapat dilihat pada tabel IV.2, sehingga dapat disimpulkan pada percobaan pertama tidak dapat menghasilkan data karena bahan isian terbuang dan volume (m^3) gas yang dihasilkan pada percobaan kedua tidak optimal.

c. Hasil Analisa Data dan Perbandingan Data Penelitian Percobaan Pertama dan Percobaan Kedua Pada Produksi Biogas Campuran Eceng Gondok Dengan Kotoran Sapi (Digester B)

Hasil analisa dan perbandingan data penelitian percobaan pertama dan kedua pada produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi pada tabel V.1 dan tabel V.3 yang diperoleh dapat dibuat grafik hubungan antara tinggi volume yang dihasilkan dan lama nyala api dengan tanggal produksi biogas.

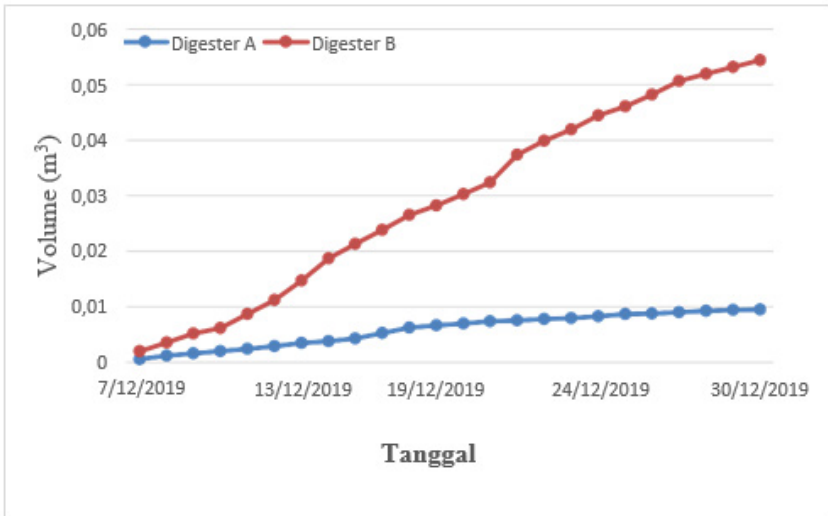
Pada penelitian percobaan pertama, bahan dimasukkan pada tanggal 1 Oktober 2019 dan pengambilan data dimulai pada tanggal 9 Oktober 2019-30 Oktober 2019 sedangkan pada penelitian percobaan kedua, bahan dimasukkan pada tanggal 1 Desember 2019 dan mulai pengambilan data pada tanggal 7 Desember 2019-30 Desember 2019.

Produksi biogas percobaan pertama tidak banyak menghasilkan gas dikarenakan pada penelitian pertama digester terkena pancaran sinar matahari sehingga produksi biogas tidak optimal, sedangkan pada penelitian percobaan kedua digester yang digunakan terisolasi dengan baik dan tidak terkena pancaran sinar matahari, sehingga dapat disimpulkan bahwa produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi yang lebih optimal pada penelitian percobaan kedua.

d. Hasil Analisa Data dan Perbandingan Data Penelitian Percobaan Kedua Antara Produksi Biogas Eceng Dengan Gondok EM-4 (Digester A) dan Biogas Campuran Eceng Gondok Dengan Kotoran Sapi (Digester B)

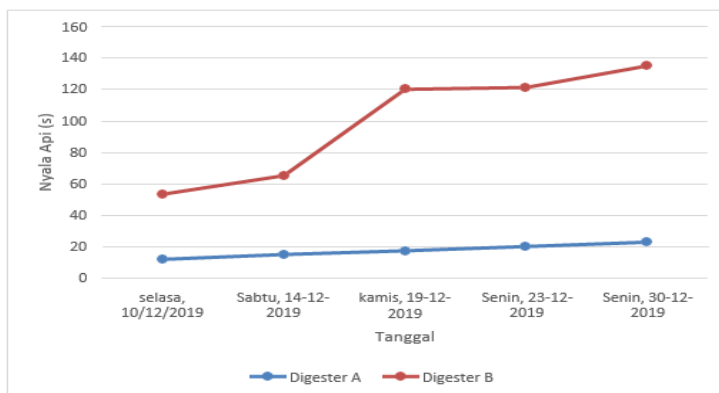
Hasil analisa data penelitian dan perbandingan antara produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dan biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi pada tabel V.2. dan tabel V.3 yang diperoleh dapat dibuat grafik hubungan antara tinggi volume (m^3) yang dihasilkan, lama nyala api pada penelitian dengan tanggal produksi biogas, yaitu mulai pengisian bahan pada tanggal 1 Desember 2019 dan pengambilan data dimulai pada tanggal 7 Desember 2019.

Produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi lebih tinggi mulai dari volume (m^3) yang dihasilkan, lama nyala api (s) dan tekanan jika dibandingkan dengan produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 yang menghasilkan volume (m^3), lama nyala api (s) dan tekanan yang relatif sangat kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa lebih baik atau lebih optimal di antara kedua penelitian yang dilakukan adalah produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi.



Gambar 4.2. Grafik hubungan antara volume (m^3) biogas produksi eceng gondok dengan EM-4 (digester A) dan biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi (digester B)

Hasil analisa data penelitian dan perbandingan antara biogas eceng gondok dan campuran eceng gondok dengan kotoran sapi pada tabel IV.2 dan IV.3 dapat dibuat grafik hubungan perbandingan antara volume (m^3) pada digester A dan digester B. Pada perbandingan tersebut dapat dilihat gambar 4.2 bahwa volume (m^3) produksi biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi lebih tinggi dibandingkan dengan volume (m^3) produksi biogas eceng gondok dengan EM-4, jika bahan yang dimasukkan lebih banyak lagi, maka volume (m^3) yang dihasilkan akan semakin lebih tinggi, sehingga dapat disimpulkan volume (m^3) produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi lebih tinggi dari volume (m^3) produksi biogas eceng gondok dengan EM-4.



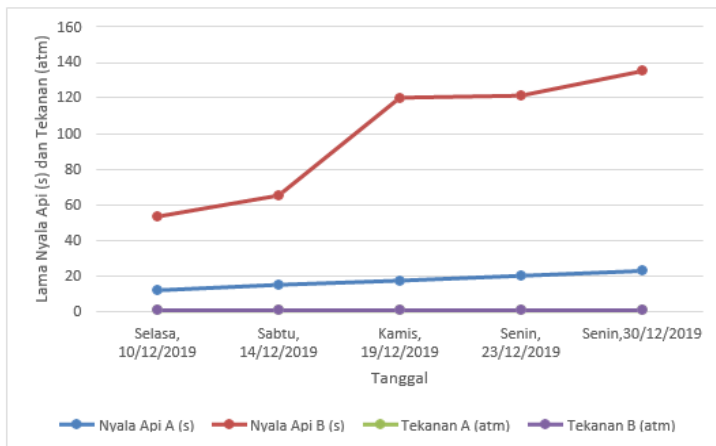
Gambar 5.3. Grafik hubungan antara lama nyala api dari penelitian produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 (digester A) dan biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi (digester B).

Hasil analisa data penelitian produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi dan produksi biogas eceng gondok dengan EM-4, dapat dibuat grafik hubungan dari perbandingan lama nyala api. Produksi campuran eceng gondok dengan kotoran sapi, lama nyala api lebih lama jika dibandingkan dengan produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 pada gambar 4.3. Pengukuran lama nyala api digunakan dengan cara memasak air sebanyak 1 L, namun pada digester A tidak dapat di pakai untuk memasak air, karena volume yang dihasilkan tidak banyak, sehingga dapat disimpulkan bahwa produksi biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi menghasilkan nyala api yang baik dibandingkan dengan produksi biogas eceng gondok dengan EM-4.

Pada proses pengujian lama nyala api produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dan campuran eceng gondok dengan kotoran sapi, CO₂ dan H₂S sangat berpengaruh,

karena gas yang pertama kali dihasilkan pada proses biogas bukan sepenuhnya metana, namun terdapat juga senyawa lain yaitu CO₂ dan H₂S, sehingga pembakaran awal nyala api yang dihasilkan tidak baik.

Kesimpulan yang di dapatkan hasil produksi gas awal yang dihasilkan di buang terlebih dahulu sebanyak 3-4 kali agar yang tersisa hanyalah metana dan pembakaran gas menghasilkan nyala api yang baik dan bagus.

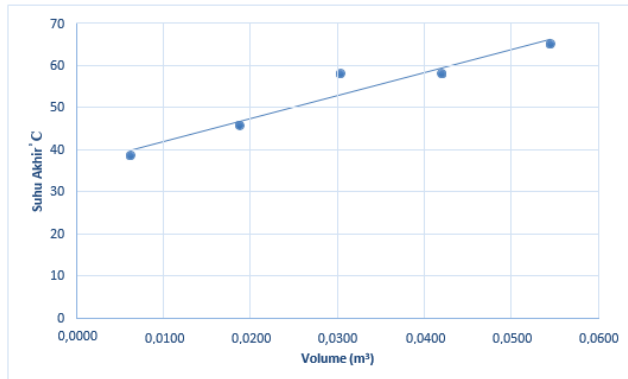


Gambar 5.4 Grafik hubungan antara lama nyala api (s) dan tekanan (atm) produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 (digester A) dan biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi (digester B)

Hasil analisa data penelitian produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dan biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi dapat dibuat grafik hubungan perbandingan antara lama nyala api dan tekanan antara dua digester yaitu digester A dan B.

Pada digester A, lama nyala api (s) dan tekanan (atm) yang dihasilkan sangat kecil jika dibandingkan dengan lama nyala api (s) dan tekanan (atm) pada digester

B yang sangat besar (gambar 5.4), jadi dapat di simpulkan bahwa lama nyala api (s) dan tekanan (atm) pada produksi biogas digester B lebih besar dibandingkan dengan lama nyala api (s) dan tekanan (atm) dari produksi biogas digester A.



Gambar 5.5. Grafik hubungan antara suhu akhir dan volume (m^3) pada produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi (digester B)

Dari hasil analisa data penelitian pada produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi dapat dibuat grafik hubungan antara volume (m^3) yang dihasilkan dengan suhu akhir (gambar 5.5), semakin tinggi volume (m^3) yang dihasilkan maka nyala api yang dihasilkan semakin besar pula, sehingga suhu akhir yang didapatkan lebih tinggi.

Produksi biogas eceng gondok dengan EM-4, volume (m^3) yang dihasilkan tidak dapat digunakan untuk menghasilkan suhu akhir dikarenakan volume (m^3) dari produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 sangat sedikit tidak dapat disambungkan ke kompor, jadi untuk membandingkan suhu akhir antara produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dan biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi tidak dapat di bandingkan.

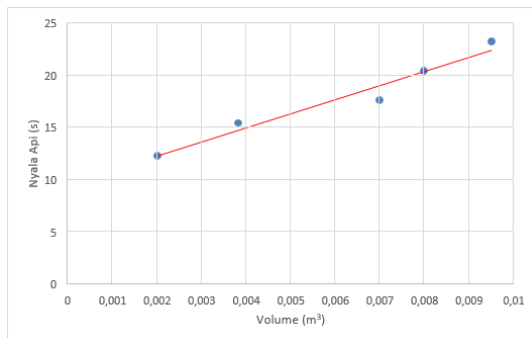
e. Lama Nyala Api (s) Percobaan Kedua Biogas Eceng Gondok Dengan EM-4

La ma nyala api dihasilkan dengan cara pembakaran lewat selang yang terhubung dari selang pengeluaran water trap. Pengukuran lama nyala api (s) dilakukan sebanyak 5 kali dengan cara menghabiskan gas pada tangki penampung gas hingga nol.

Tabel V.4 Hasil pengamatan percobaan kedua proses pembakaran biogas produksi biogas eceng gondok dengan EM-4

Percobaan hari ke-	Lama Nyala Api (s)	Volume (m^3)
1	12.23	0.00031
2	15.34	0.00059
3	17.58	0.00108
4	20.43	0.00123
5	23.12	0.00145

Hasil analisa proses pembakaran biogas produksi eceng gondok dengan EM-4 di peroleh total lama nyala api selama 5 kali pembakaran sebanyak 88.7 detik, sehingga proses pembakaran biogas eceng gondok dengan EM-4 pada tabel V.4 dapat dibuat grafik hubungan antara volume (m^3) dan lama nyala api (s). Bisa dilihat pada gambar 5.6.



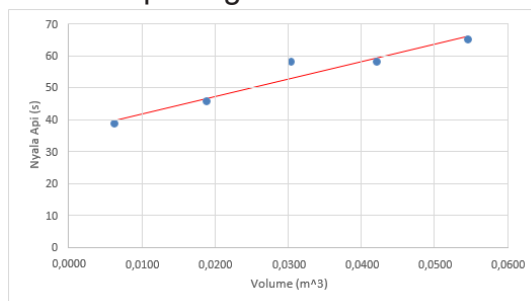
f. Lama Nyala Api (s) Percobaan Kedua Biogas Campuran EcengGondok dengan Kotoran Sapi

Lama nyala api dihasilkan dengan cara menghubungkan kompor gas yang dihubungkan dengan selang keluaran dari water trap. Pengukuran lama nyala api dilakukan sebanyak 5 kali, dengan cara menghabiskan gas pada tangki penampung gas hingga nol.

Tabel V.5 Hasil pengamatan percobaan kedua proses pembakaran biogas produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi

Percobaan hari ke-	Lama Nyala Api (s)	Volume (m^3)
1	53.64	0.00099
2	65.43	0.00286
3	120.35	0.00464
4	121.41	0.00642
5	135.17	0.00832

Dari hasil analisa proses pembakaran produksi produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi di peroleh total lama nyala api selama 5 kali pembakaran sebanyak 496 detik. Proses pembakaran biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi pada tabel V.5 dapat dibuat grafik hubungan antara volume (m^3) dan lama nyala api (s). Bisa dilihat pada gambar 5.7



Gambar 5.7. Grafik hubungan antara volume (m^3) terhadap lama nyala api(s) pada produksi biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi.

2. Kualitas Biogas Yang Optimal Pada Produksi Biogas Eceng Gondok Dengan EM-4 dan Biogas Campuran Eceng Gondok dengan Kotoran Sapi

A. Kualitas Biogas Yang Optimal Percobaan Kedua Produksi Biogas Eceng Gondok Dengan EM-4

Dari hasil analisis data penelitian dilapangan, produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 menghasilkan volume (m^3) gas yang relatif sedikit sehingga proses pengujian untuk kualitas biogas (volume, suhu akhir dan tekanan) yang optimal pada produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 tidak dapat dilakukan karena tidak dapat dilakukan pengukuran lewat suhu air.

Alat pengukuran kualitas biogas yang optimal juga kurang mendukung (tidak ada) sehingga alternatif lain yang dapat digunakan tidak ada.

B. Kualitas Biogas Yang Optimal Percobaan Pertama dan Kedua Produksi Biogas Campuran Eceng Gondok dengan Kotoran Sapi

Dari hasil analisa data percobaan pertama dan kedua produksi biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi menghasilkan volume (m^3) yang sangat tinggi sehingga proses pengujian kualitas biogas (volume, suhu akhir dan tekanan) yang optimal dilakukan dengan cara memanaskan 1 liter air sebanyak 2 kali pengujian.

1. Percobaan Pertama

- Pengujian pertama

Suhu awal air 28°C → 58°C

Dibutuhkan waktu sebanyak 104.12 dan menghabiskan volume (m^3) gas sebanyak 0.0124 m^3

- Pengujian kedua
Suhu awal air 28°C → 58°C
Dibutuhkan waktu sebanyak 103.14 dan menghabiskan volume (m^3) gas sebanyak 0.0120 m^3

2. Percobaan Kedua

- Pengujian pertama
Suhu awal air 28°C → 58°C
Dibutuhkan waktu sebanyak 110.42 dan menghabiskan volume (m^3) gas sebanyak 0.0132 m^3
- Pengujian kedua
Suhu awal air 28°C → 58°C
Dibutuhkan waktu sebanyak 111.25 dan menghabiskan volume (m^3) gas sebanyak 0.0128 m^3

Kualitas biogas (volume, suhu akhir dan tekanan) yang optimal dari produksi biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi dari hasil analisa data sangat baik.

3. Kandungan Bioslurry Yang Terkandung Pada Produksi Biogas Eceng Gondok Dengan EM-4 dan Biogas Campuran Eceng Gondok dengan Kotoran Sapi

Tabel IV.6 Kandungan bioslurry produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dan produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi

No	Kode Sample	Analisa	Ulangan 1	Ulangan 2
1	A	Carbon Organik	5.7892 %	5.9179 %
		Nitrogen	0.3260 %	0.3167 %
2	B	Carbon Organik	7,7361 %	7.6522 %
		Nitrogen	0.2145 %	0.219 %

Hasil analisa dan pengamatan yang diperoleh dari penelitian kandungan bioslurry pada produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dan biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi di peroleh 2 kali ulangan pengujian C/N rasio. Kandungan C/N rasio sangat berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, jika C/N rasio yang digunakan sangat baik, maka pertumbuhan tanaman akan lebih optimal. Kandungan C/N rasio yang optimal sekitar 25-30 %.

Kandungan C/N rasio pada sample A untuk ulangan pertama 17.75% dan pada ulangan kedua 18.68% berada di bawa rata-rata dari kandungan C/N ratio yang optimal sehingga kandungan yang diperlukan tidak memenuhi dan kurang baik digunakan sebagai pupuk organik bagi pertanian dan kandungan C/N rasio pada sample B pada ulangan pertama 36.06% dan pada ulangan kedua 34.94% berada diatas rata-rata dari kandungan yang optimal sehingga kurang baik jika digunakan sebagai pupuk organik pada pertanian, dapat disimpulkan bahwa pada penelitian kandungan C/N rasio produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dan biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi kurang baik digunakan sebagai pupuk organik disebabkan kandungan C/N yang dihasilkan dibawa dan diatas rata-rata C/N rasio yang optimal.

BAB VI

Epilog

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian dilakukan sebanyak 2 kali yaitu percobaan pertama dan percobaan kedua. Terjadi perbedaan data antara volume (m^3) dan nyala api pada percobaan pertama dan kedua, dikarenakan pada percobaan pertama digester terkena paparan sinar matahari.
2. Volume (m^3) biogas eceng gondok dengan EM-4 lebih sedikit dan volume (m^3) biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi lebih banyak
3. Volume (m^3) biogas yang lebih tinggi terdapat pada produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi
4. Nyala api (m^3) yang lebih tinggi dihasilkan dari produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi
5. Kualitas biogas (volume, suhu akhir dan tekanan) yang optimal pada produksi biogas eceng gondok yang ditambahkan EM-4 sebagai stater tidak bisa diukur dikarenakan tidak menghasilkan gas yang optimal sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran
6. Kualitas biogas (volume, suhu akhir dan tekanan) yang optimal pada percobaan pertama dan kedua terjadi perbedaan
7. Kualitas biogas (volume, suhu akhir dan tekanan) yang optimal pada produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi sangat optimal dan didapatkan 2 data pengujian kualitas metananya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusman Delvis.,dkk. 2017. *Pengaruh Stater Ragi Dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah*. Universitas Muhammadiyah, Jakarta
- Coniwanti Pamilia ,dkk .2009. *Pembuatan Biogas dari Ampas Tahu*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Hastuti Dewi. 2009. *Aplikasi Teknologi Biogas Guna Menunjang Kesejahteraan Petani Ternak*. Universitas Wahid Hasyim.
- Haryati Tuti. 2014. *BIOGAS: Limbah Perternakan Yang Menjadi Sumber Alternatif*. Balai Penelitian Ternak, PO Bax 221, Bogor 16002
- Hartanto Yudha, Putri Christina H.2013. *Pedoman dan Pengguna Pengawas Pengolahan dan Pemanfaatan Bio-Slurry*. Jakarta: BIRU Biogas Rumah
- Karki Amrit B.,dkk. 2009. *BIOGAS As Renewable Source of Energy in Nepal Theory and Development*. Kathmandu, Nepal.
- Lahagu Agusteli., 2018. *Potensi Campuran Sampah Jerami Padi Dan Kotoran Babi Penghasil Biogas*. Universitas Kristen Immanuel. Yogyakarta.
- Lohri R Christian.,dkk. 2014. *Anerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries*. Sandec: Departement of Water nd Sanitation in Developing Countries.
- Megawati, Aji Kendali W. 2015. *Pengaruh Penambahan Em4 (Effective Microorganism-4) pada Pembuatan Biogas dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, Indonesia.
- Nawir Herman.,dkk. 2018. *Pemanfaatan Limbah Eceng Gondok Sebagai Energi Biogas Dengan Menggunakan Digester*. Makassar: Universitas Negeri Ujung Pandang Makassar, Indonesia.
- Prayugi Ginanjar E.,dkk. 2015. *Pemurnian Biogas dengan Sistem Pengembunan dan Penyaringan Menggunakan Beberapa Bahan Media*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Pachaiyappan Sugumaran.,dkk. 2014. *Biogas Production from Water Hyacinth Blended with Cow Dung*. Tamill Nadu, India.
- Pertiwiningrum Ambar. 2015. *Instalasi Biogas*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Renilaili. 2015. *Eceng Gondok Sebagai Biogas yang Ramah Lingkungan*. Palembang: Universitas Bina Darma.
- Ritonga Abdul M, Masrukhil. 2017. *Optimasi Kandungan Metana (CH₄) Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Riyanti Fahma., 2015. *Pembuatan Untuk Biogas Dari Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Yang Efisien Untuk Lahan Kecil*. Kampus Universitas Sriwijaya

- Sittadewi Euthalia H. 2007. *Pengolahan Bahan Organik Eceng Gondok Menjadi Media Tumbuh untuk Mendukung Pertanian Organik*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Sulistiyanto Y.,dkk. 2016. *Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas Rumah Tangga di Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah*. Kalimantan Tengah.
- Suyitno, Sujono Agus, Dharmanto. 2010. *Teknologi Biogas Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Streeter Victor.,dkk. 2012. *Mekanika Fluida Edisi Delapan Jilid 1*. Penerbit: Erlangga
- Sari N Sintani., 2014. *Biogas Yang Dihasilkan Dari Dekomposisi Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Dengan Penambahan Kotoran Sapi Sebagai Stater*. Teknik Lingkungan Itenas.
- Wahyuni Sri., 2013. *Panduan Praktis BIOGAS*, Bogor. Penerbit: Penebar Swadaya
- Windiasmara Ludfia.,dkk. 2012. *Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat dengan Penambahan Serasah Daun Jati (Tectona Grandis) Terhadap Karakteristik Biogas pada Proses Fermentasi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Wahyuni Sri., 2011. *Menghasilkan Biogas Dari Aneka Limbah*. Agro Media Pustaka, Jakarta
- Wahyuni Sri., 2013. *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas, Listrik*. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Yonathan Arnold.,dkk. 2013. *Produksi Biogas dari Eceng Gondok (Eicchornia Crassipes): Kajian Konsistensi dan pH Terhadap Biogas Dihasilkan*. Semarang: Universitas Diponegoro.

1. Perhitungan campuran eceng gondok dengan kotoran sapi:

$$\frac{(X \cdot A) + (Y \cdot B)}{X + Y} = C/N$$

Diketahui :

X = Eceng gondok 5 kg

A = C/N eceng gondok 25

B = C/N kotoran sapi 24

C/N = C/N optimal 28

Ditanyakan:

Y = ?

Jawab:

$$\frac{(X \cdot A) + (Y \cdot B)}{X + Y} = C/N$$

$$\frac{(5 \cdot 25) + (Y \cdot 24)}{5 + Y} = 28$$

$$125 + 24 Y = 140 + 28 Y$$

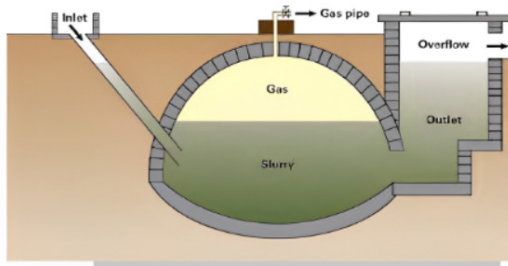
$$125 - 140 = 28 - 24 Y$$

$$Y = \frac{15}{4} = 3.5 \text{ kg}$$

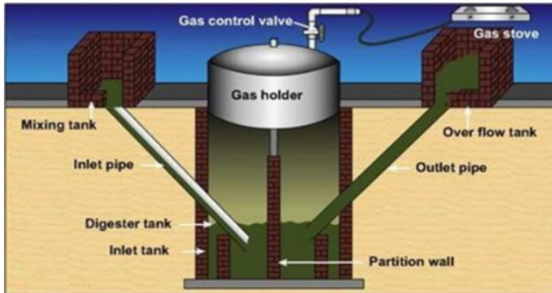
2. Perhitungan Volume

$$V = \pi r^2 t$$

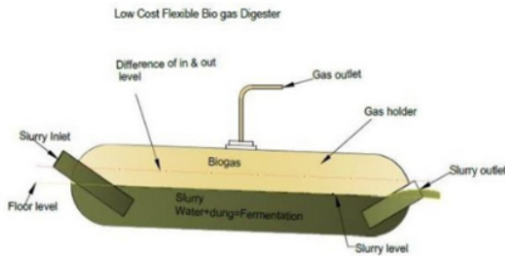
LAMPIRAN 1



Gambar 2.1. Biodigester Fixed Dome (Kubah Tetap).
(Lohri R Christian.,dkk. 2014)



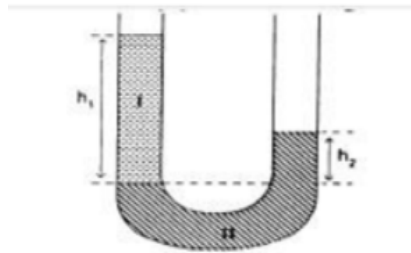
Gambar 2.2. Biodigester Floating Dome (Kubah Apung).
(Sumber.capitalenergy.biz)



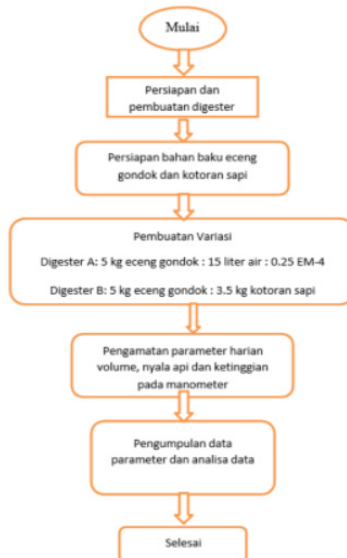
Gambar.2.3. Biodigester Baloon plant
(Sumber. <https://www.build-a-biogas-plant.com>)



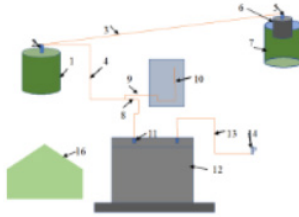
Gambar 2.4. Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) (Sumber. www.ilmusiana.com)



Gambar 2.5. Manometer pipa U



Gambar 4.1 Diagram alir prosedur penelitian



Gambar 3.2 Rangkaian alat penghasil biogas (digester).
(Sumber. Lahagu, 2018)



Gambar. 3.3 Eceng gondok yang dicacah halus



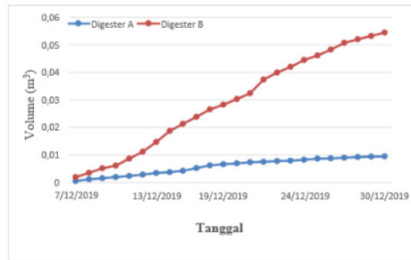
Gambar. 3.4. Campuran eceng gondok dengan kotoran sapi



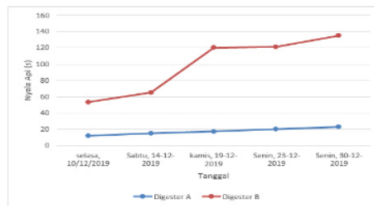
Gambar. 3.5. Campuran eceng gondok dengan air



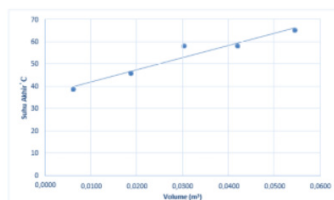
Gambar. 5.1 Intalasi biogas skala kecil



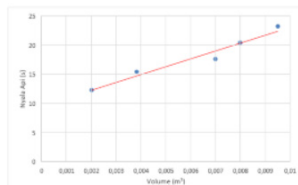
Gambar 4.2. Grafik hubungan antara volume (m^3) biogas produksi eceng gondok dengan EM-4 (digester A) dan biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi (digester B)



Gambar 5.3. Grafik hubungan antara lama nyala api dari penelitian produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 (digester A) dan biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi (digester B).



Gambar 5.5. Grafik hubungan antara suhu akhir dan volume (m^3) pada produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi (digester B)



Gambar 5.6. Grafik hubungan antara volume (m^3) terhadap lama nyala api (s) pada produksi biogas eceng

LAMPIRAN 2

Table 2.1. Komposisi senyawa penyusun biogas (Sumber. Pertiwiningrum, Ambar. 2015)

Metana (CH_4)	55-75 %
Karbon dioksida (CH_2)	25-45 %
Nitrogen (N_2)	0-0.3 %
Hidrogen (H_2)	1-5 %
Hidrogen Sulfida (H_2S)	0-3 %
Oksigen (O_2)	0.1-0.5 %

Tabel 2.2. jumlah produksi biogas yang dihasilkan eceng gondok (Sumber. Nawir Herman., dkk. 2018)

NO	Jenis Gas	Presentase (%)
1	CH_4	54.2 %
2	CO_2	27.1 %
3	N_2	0.5 %
4	O_2	0.16 %
5	CO	0.1 %

Tabel 2.3 Rasio C/N dari beberapa bahan organik (Sumber. Karki, Amrit B, dkk. 2009)

No	Bahan Baku	C/N Rasio
1	Kotoran Bebek	8
2	Kotoran Manusia	8
3	Kotoran Manusia	10
4	Kotoran Kambing	12
5	Kotoran Babi	18
6	Kotoran Domba	19
7	Kotoran Sapi	24
8	Eceng Gondok	25
9	Kotoran Gajah	43
10	Jagung	60

Tabel V.1 Data hasil pengamatan percobaan 1 volume, lama nyala api dan suhu akhir produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi

Hari/Tanggal	Pukul	h (m)	Lama Nyala Api (s)	T (°C)	Tawal (°C)	Takhir (°C)	Volume (m ³)	P (atm)
Rabu, 9 Oktober 2019	15.15	0,0825	-	-	-	-	0,0042	1,008
Kamis, 10 Oktober 2019	15.15	0,11	48,31	35,1	28	35,1	0,0055	1,011
Jumat, 11 Oktober 2019	15.15	0,073	-	-	-	-	0,0077	1,007
Sabtu, 12 Oktober 2019	15.15	0,083	-	-	-	-	0,0099	1,008
Minggu, 13 Oktober 2019	15.15	0,089	-	-	-	-	0,0128	1,009
Senin, 14 Oktober 2019	15.15	0,12	64,23	42,3	28	42,3	0,017	1,012
Selasa, 15 Oktober 2019	15.15	0,072	-	-	-	-	0,0203	1,007
Rabu, 16 Oktober 2019	15.15	0,084	-	-	-	-	0,0232	1,008
Kamis, 17 Oktober 2019	15.15	0,091	-	-	-	-	0,0261	1,009
Jumat, 18 Oktober 2019	15.15	0,1	-	-	-	-	0,0274	1,010
Sabtu, 19 Oktober 2019	15.15	0,16	104,12	58	28	58	0,0294	1,015
Minggu, 20 Oktober 2019	15.15	0,071	-	-	-	-	0,0311	1,007
Senin, 21 Oktober 2019	15.15	0,082	-	-	-	-	0,0361	1,008
Selasa, 22 Oktober 2019	15.15	0,092	-	-	-	-	0,0382	1,009
Rabu, 23 Oktober 2019	15.15	0,16	103,14	58	28	58	0,0411	1,015
Kamis, 24 Oktober 2019	15.15	0,08	-	-	-	-	0,044	1,008
Jumat, 25 Oktober 2019	15.15	0,081	-	-	-	-	0,0456	1,008
Sabtu, 26 Oktober 2019	15.15	0,094	-	-	-	-	0,0478	1,009
Minggu, 27 Oktober 2019	15.15	0,1	-	-	-	-	0,0494	1,010
Senin, 28 Oktober 2019	15.15	0,111	-	-	-	-	0,051	1,011
Selasa, 29 Oktober 2019	15.15	0,122	-	-	-	-	0,0523	1,012
Rabu, 30 Oktober 2019	15.15	0,18	127,34	63	28	63	0,0535	1,017

Tabel V.2 Data hasil pengamatan percobaan 2 volume, lama nyala api dan suhu akhir produksi biogas eceng gondok

Hari/Tanggal	Pukul	h (m)	Lama Nyala Api (s)	T (°C)	Tawal (°C)	Takhir (°C)	Volume (m ³)	P (atm)
Sabtu, 7-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0006	1,002
Minggu, 8-12-2019	15.15	0,0286	-	-	-	-	0,0012	1,003
Senin, 9-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0016	1,004
Selasa, 10-12-2019	15.15	0,09	12,23	-	-	-	0,002	1,009
Rabu, 11-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0024	1,002
Kamis, 12-12-2019	15.15	0,0029	-	-	-	-	0,0029	1,000
Jumat, 13-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0035	1,004
Sabtu, 14-12-2019	15.15	0,11	15,34	-	-	-	0,0038	1,011
Minggu, 15-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0043	1,002
Senin, 16-12-2019	15.15	0,03	-	-	-	-	0,0053	1,003
Selasa, 17-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0063	1,004
Rabu, 18-12-2019	15.15	0,05	-	-	-	-	0,0067	1,005
Kamis, 19-12-2019	15.15	0,12	17,58	-	-	-	0,007	1,012
Jumat, 20-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0074	1,002
Sabtu, 21-12-2019	15.15	0,03	-	-	-	-	0,0076	1,003
Minggu, 22-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0078	1,004
Senin, 23-12-2019	15.15	0,13	20,43	-	-	-	0,008	1,013
Selasa 24-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0083	1,002
Rabu, 25-12-2019	15.15	0,03	-	-	-	-	0,0087	1,003
Kamis, 26-12-2019	15.15	0,04	-	-	-	-	0,0088	1,004
Jumat, 27-12-2019	15.15	0,05	-	-	-	-	0,009	1,005
Sabtu, 28-12-2019	15.15	0,06	-	-	-	-	0,0093	1,006
Minggu, 29-12-2019	15.15	0,07	-	-	-	-	0,0094	1,007
Senin, 30-12-2019	15.15	0,15	23,12	-	-	-	0,0095	1,015

Tabel V.3 Data hasil pengamatan percobaan 2 volume, lama nyala api dan suhu akhir produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi

Hari/Tanggal	Pukul	h (m)	Lama Nyala Api (s)	T (°C)	Tawal (°C)	Takhir (°C)	Volume (m ³)	P (atm)
Sabtu, 7-12-2019	15.15	0,02	-	-	-	-	0,0020	1,002
Minggu, 8-12-2019	15.15	0,072	-	-	-	-	0,0036	1,007
Senin, 9-12-2019	15.15	0,0815	-	-	-	-	0,0052	1,008
Selasa, 10-12-2019	15.15	0,13	53,64	38,5	28	38,5	0,0062	1,013
Rabu, 11-12-2019	15.15	0,074	-	-	-	-	0,0087	1,007
Kamis, 12-12-2019	15.15	0,082	-	-	-	-	0,0112	1,008
Jumat, 13-12-2019	15.15	0,09	-	-	-	-	0,0147	1,009
Sabtu, 14-12-2019	15.15	0,15	65,43	45,7	28	45,7	0,0187	1,015
Minggu, 15-12-2019	15.15	0,072	-	-	-	-	0,0213	1,007
Senin, 16-12-2019	15.15	0,084	-	-	-	-	0,0239	1,008
Selasa, 17-12-2019	15.15	0,091	-	-	-	-	0,0266	1,009
Rabu, 18-12-2019	15.15	0,1	-	-	-	-	0,0282	1,010
kamis, 19-12-2019	15.15	0,17	120,35	58	28	58	0,0303	1,016
Jumat, 20-12-2019	15.15	0,071	-	-	-	-	0,0324	1,007
Sabtu, 21-12-2019	15.15	0,082	-	-	-	-	0,0374	1,008
Minggu, 22-12-2019	15.15	0,092	-	-	-	-	0,0399	1,009
Senin, 23-12-2019	15.15	0,173	121,41	58	28	58	0,0419	1,017
Selasa 24-12-2019	15.15	0,08	-	-	-	-	0,0444	1,008
Rabu, 25-12-2019	15.15	0,081	-	-	-	-	0,0461	1,008
Kamis, 26-12-2019	15.15	0,094	-	-	-	-	0,0482	1,009
Jumat, 27-12-2019	15.15	0,1	-	-	-	-	0,0507	1,010
Sabtu, 28-12-2019	15.15	0,111	-	-	-	-	0,0520	1,011
Minggu, 29-12-2019	15.15	0,122	-	-	-	-	0,0532	1,012
Senin, 30-12-2019	15.15	0,19	135,17	65	28	65	0,0544	1,018

Tabel V.4 Hasil pengamatan percobaan kedua proses pembakaran biogas produksi biogas eceng gondok dengan EM-4

Percobaan hari ke-	Lama Nyala Api (s)	Volume (m ³)
1	12.23	0.00031
2	15.34	0.00059
3	17.58	0.00108
4	20.43	0.00123
5	23.12	0.00145

Tabel V.5 Hasil pengamatan percobaan kedua proses pembakaran biogas produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi

Percobaan hari ke-	Lama Nyalanya (s)	Volume (m ³)
1	53.64	0.00099
2	65.43	0.00286
3	120.35	0.00464
4	121.41	0.00642
5	135.17	0.00832

Tabel IV.6 Kandungan bioslurry produksi biogas eceng gondok dengan EM-4 dan produksi biogas campuran eceng gondok dengan kotoran sapi

No	Kode Sample	Analisa	Ulangan 1	Ulangan 2
1	A	Carbon Organik	5.7892 %	5.9179 %
		Nitrogen	0.3260 %	0.3167 %
2	B	Carbon Organik	7.7361 %	7.6522 %
		Nitrogen	0.2145 %	0.219 %

INDEKS

A

Asidogenesis, 3
Anaerob, 3, 4, 5, 8, 13, 14, 25

B

Biogas, 1,
Bakteri, 7, 8, 11, 15
Biodigester, 8, 9, 10, 11, 25
Baloon Plant, 11
Bioslurry, 14, 15, 38, 39,

D

Digester, 8, 9, 10, 11, 20, 22,
25, 29, 30, 31, 32, 33,
34, 40,

E

Energi, 1, 2, 3, 14, 18
Eceng Gondok, 13
Gage, 16
EM-4, 2

F

Fosil, 1, 2, 3
Fixed dome, 9
Floating dome, 10, 25,
Fermentasi, 3, 8, 11, 13, 15, 25

H

Hidrolisis, 3, 5, 6, 22

K

Komposisi, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
13, 14
karbon dioksida, 3, 5, 6

M

Metagenesis, 3, 5, 6
Metana, 3, 4, 5, 6, 7, 13,
14, 23, 33, 40

P

Protein 5,
Produktivitas 4, 15

V

Volume 9, 16, 21, 23, 24,
26, 27, 28, 29, 30,
39, 32, 34, 35, 36,

Profil Penulis



Surjawirawan Dwiputranto, S.Si., M.Si., lahir di Wonosobo, 20 Oktober 1965. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Si. pada Program Studi Fisika di Universitas Gadjah Mada pada tahun 1993 serta menyelesaikan studi S2 pada tahun 2003 pada program studi dan universitas yang sama, yaitu Program Studi Fisika Universitas Gadjah Mada. Bekerja sebagai dosen fisika di Program Studi Fisika Universitas Kristen Immanuel (UKRIM) serta menjabat sebagai Ketua Program Studi Fisika. E-mail: surya@ukrimuniversity.ac.id



Liefson Jacobus, S.Si., M.Sc. lahir di Dame, 25 Desember 1973. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Si di Universitas Kristen Imanuel (UKRIM) Yogyakarta pada tahun 2001 dan mendapatkan gelar M.Sc. pada tahun 2013 di Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Bekerja di UKRIM Yogyakarta sebagai dosen Fisika. Pernah menjabat sebagai kepala Laboratorium Fisika Dasar, Kepala Laboratorium Elektronika Dasar, Wakil Dekan III Fakultas MIPA UKRIM. Saat ini menjabat sebagai Warek Bidang Kemahasiswaan dan Alumni UKRIM Yogyakarta. E-mail liefson@ukrimuniversity.ac.id



Surjawirawan Dwiputranto, S.Si., M.Si., lahir di Wonosobo, 20 Oktober 1965. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Si. pada Program Studi Fisika di Universitas Gadjah Mada pada tahun 1993 serta menyelesaikan studi S2 pada tahun 2003 pada program studi dan universitas yang sama, yaitu Program Studi Fisika Universitas Gadjah Mada. Bekerja sebagai dosen fisika di Program Studi Fisika Universitas Kristen Immanuel (UKRIM) serta menjabat sebagai Ketua Program Studi Fisika.

E-mail: surya@ukrimuniversity.ac.id



Liefson Jacobus, S.Si., M.Sc. lahir di Dame, 25 Desember 1973. Menyelesaikan studi S1 dan mendapatkan gelar S.Si di Universitas Kristen Imanuel (UKRIM) Yogyakarta pada tahun 2001 dan mendapatkan gelar M.Sc. pada tahun 2013 di Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Bekerja di UKRIM Yogyakarta sebagai dosen Fisika. Pernah menjabat sebagai kepala Laboratorium Fisika Dasar, Kepala Laboratorium Elektronika Dasar, Wakil Dekan III Fakultas MIPA UKRIM. Saat ini menjabat sebagai Warek Bidang Kemahasiswaan dan Alumni UKRIM Yogyakarta.

E-mail: liefson@ukrimuniversity.ac.id