



Pujiati, S.Si., M.Si
Nurul Kusuma Dewi, S.Si., M.Sc.
Dimas Setiawan, S.Kom., M.Kom

Produksi Biogas berbasis Biomassa



**PRODUKSI BIOGAS
BERBASIS
BIOMASSA**

PRODUKSI BIOGAS BERBASIS BIOMASSA

Pujiati S.Si., M.Si
Nurul Kusuma Dewi,S.Si., M.Sc
Dimas Setiawan, S.Kom.,M.Kom



UNIPMAPress
WE GOT IT

PRODUKSI BIOGAS BERBASIS BIOMASSA

Penulis:

Pujiati S.Si., M.Si

Nurul Kusuma Dewi,S.Si., M.Sc

Dimas Setiawan, S.Kom.,M.Kom

Editor:

Tim kreatif UNIPMA Press

Perancang Sampul:

Pujiati

Penata Letak:

Tim kreatif UNIPMA Press

Cetakan Pertama, Oktober 2020

Diterbitkan Oleh:

UNIPMA Press (Anggota IKAPI)

Universitas PGRI Madiun

Jl. Setiabudi No. 85 Madiun Jawa Timur 63118

Telp. (0351) 462986, Fax. (0351) 459400

E-Mail: upress@unipma.ac.id

Website: kwu.unipma.ac.id

ISBN: 978-602-0725-76-5

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan petunjuk, kesehatan, ketabahan, dan kesabaran kepada kami sehingga penulisan buku Produksi Biogas berbasis Biomassa ini terselesaikan.

Buku ini disusun dengan tujuan menyediakan pengayaan bahan ajar mata kuliah mikrobiologi maupun biologi terapan. Materi dalam buku ini disusun berdasarkan hasil riset penulis maupun referensi terkait sehingga sangat cocok untuk dipakai kalangan akademisi dan masyarakat khususnya ilmu biologi terapan.

Penulis berharap buku ini dapat memberikan nilai positif kaum akademisi maupun masyarakat untuk pemanfaatan kapang selulolitik khususnya pada aplikasi produksi biogas menggunakan limbah organik/biomassa.

Sehubungan dengan terselesaikannya penulisan buku ini kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungannya selama proses penyusunannya. Secara khusus kami mengucapkan terima kasih kepada KEMENRISTEK DIKTI, Universitas PGRI Madiun, rekan tim pelaksana kegiatan **Program Pengembangan Desa Mitra** dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya buku ini.

Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan-kekurangan. Masukan dari berbagai pihak, terutama masyarakat dan peserta didik pemakai bahan ajar ini, sehingga untuk perbaikan sangat kami harapkan. Semoga buku ini memberikan manfaat bagi perkembangan sector energi terbarukan di tanah air

Madiun, 30 Agustus 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman sampul.....	i-iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vii
BAB 1 BIOGAS	1
A. Deskripsi Biogas	3
B. Proses Fermentasi Biogas	7
C. Manfaat Biogas	8
D. Kelebihan dan Kekurangan Biogas.....	9
E. Faktor yang mempengaruhi Pembentukan Biogas.....	12
F. Optimalisasi Produksi Biogas.....	18
BAB 2 Fromula Kapang Selulolitik.....	21
A. Jenis-jenis Kapang Selulolitik.....	23
B. Manfaat dan Potensi Kapang Selulolitik.....	24
C. Proses pembuatan formula kapang selulolitik.....	28
BAB 3 BIOMASSA	32
A. Pengertian Biomassa.....	33
B. Jenis Limbah Biomassa	34
BAB 4 Biogas Skala Rumah Tangga.....	39
A. Reaktor Biogas	40
B. Jenis-Jenis Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga	41
C. Instalasi Biogas	45
D. Cara Kerja Reaktor Biogas	54
E. Operasionalisasi Digester Biogas	55
BAB 5 Biogas Berbasis Biomassa.....	58
A. Tahap pembentukan biogas dari limbah organik/ biomassa	61
B. Manfaat Biogas Berbasis Biomassa	66
DAFTAR PUSTAKA	68

BAB 1.

B I O G A S

Biogas adalah gas mudah terbakar (flammable) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara). Pada dasarnya semua jenis bahan organik bisa di proses untuk menghasilkan biogas, namun demikian hanya bahan organik (padat, cair) homogen seperti kotoran dan urine (air kencing) hewan ternak yang cocok untuk sistem biogas sederhana. Jenis bahan organik yang diproses sangat mempengaruhi produktifitas sistem biogas di samping parameter-parameter lain seperti temperatur digester, pH, tekanan dan kelembaban udara. Bahan organik dimasukkan ke dalam digester (ruangan tertutup kedap udara) sehingga bakteri anaerob akan membusukkan bahan organik tersebut yang kemudian menghasilkan gas (disebut biogas). Energi biogas punya kelebihan-kelebihan dibanding energi nuklir atau batubara, yakni tak berisiko tinggi bagi lingkungan. Selain itu, biogas tak memiliki polusi yang tinggi. Alhasil, sanitasi lingkungan pun makin terjaga.

Di Indonesia ada beberapa jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi diantaranya kelapa sawit, kelapa dan jarak pagar untuk pembuatan biodiesel. Sedangkan untuk pembuatan bioetanol diantaranya ubi kayu, jagung, dan gandum. Salah satu bioenergi yang terus dikembangkan dewasa ini adalah bioetanol, karena dapat dibuat dari sumber daya alam terbarukan dengan artian bahwa sumber daya alam tersebut dapat dibudidayakan.

A. Deskripsi Biogas

Biogas merupakan renewable energy yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam. Biogas juga sebagai salah satu jenis bioenergi yang didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik seperti kotoran ternak, kotoran manusia jerami, sekam dan daun-daun hasil sortiran sayur difermentasi atau mengalami proses metanisasi (Hambali E 2008). Biogas yang terbentuk dapat dijadikan bahan bakar karena mengandung gas metan (CH_4) dalam persentase yang cukup tinggi.

Prinsip pembentukan biogas adalah adanya dekomposisi organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar adalah berupa gas metan (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida, gas inilah yang disebut biogas. Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metan. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah $30\text{-}50^\circ\text{C}$, dimana pada suhu tersebut mikroorganisme mampu merombak bahan-bahan organik secara optimal.

Limbah peternakan seperti feses, urin beserta sisa pakan ternak sapi merupakan salah satu sumber bahan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas. Namun di sisi lain perkembangan atau pertumbuhan industri peternakan menimbulkan masalah bagi lingkungan seperti menumpuknya limbah peternakan termasuknya didalamnya limbah peternakan

sapi. Limbah ini menjadi polutan karena dikomposisi kotoran ternak berupa BOD dan COD (Biological/Chemical Oxygen Demand), bakteri patogen sehingga menyebabkan polusi air (terkontaminasinya air bawah tanah, air permukaan), polusi udara dengan debu dan bau yang ditimbulkannya (Waskito, UI 2011).

Biogas merupakan gas hasil proses fermentasi bakteri yang terjadi di dalam biodigester pada kondisi anaerob. Biodigester digunakan sebagai tempat bakteri tumbuh dan mencerna bahan organik yang digunakan untuk proses pembuatan biogas. Untuk menghasilkan suatu biogas dengan jumlah dan kualitas tertentu, maka perlu pengaturan suhu, kelembaban, dan pH pada digester agar bakteri bisa berkembang dengan baik. Gas yang terkandung di dalam biogas yaitu gas metana (CH_4), gas CO_2 , dan gas lainnya. Pemanfaatan biogas di Indonesia digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Penduduk di Indonesia sebagian besar sudah bisa membuat biodigester dengan skala kecil. Biodigester berskala kecil dapat dibuat dari plastik maupun drum. Sedangkan bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biogas yaitu kotoran sapi (Suyitno, dkk. 2010).

Biogas memiliki berat kira-kira 20% lebih ringan jika dibandingkan dengan udara. Suhu pembakaran biogas berkisar antara $650\text{-}750^\circ\text{C}$. Biogas tidak memiliki bau dan tidak berwarna. Jika di bakar akan menghasilkan api berwarna biru cerah. Secara umum biogas memiliki kandungan gas metana (CH_4) 50 hingga 70%, karbondioksida (CO_2) 30-40%, hidrogen

(H₂) 5-10% serta gas yang lainnya dalam jumlah sedikit (Wahyuni, 2013).

Menurut Pertiwiningrum (2016), komposisi biogas secara umum dapat ditampilkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1.1. Komposisi Biogas Secara Umum

Komponen	%
Metana (CH ₄)	55 - 75
Karbondioksida (CO ₂)	25 - 45
Nitrogen (N ₂)	0 - 0,3
Hidrogen (H ₂)	1 - 5
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	1 - 5
Oksigen (O ₂)	0,1 - 0,5

Energi yang terdapat didalam biogas tergantung pada konsentrasi metana (CH₄). Semakin tinggi kandungan gas metana maka akan semakin besar kandungan gas energinya (nilai kalor). Begitu juga sebaliknya, jika semakin kecil kandungan gas metana maka akan semakin kecil nilai kalornya. Nilai kalor dalam satu m³ setara dengan 6,5 kwh energi listrik, 0,52 liter minyak solar, 0,62 liter minyak tanah, 0,64 kg elpiji, 0,80 liter bensin, 3,50 kg kayu bakar, dan 1,50 m³ gas kota. Campuran gas bio akan mudah terbakar jika memiliki kandungan gas metana lebih dari 50%.

Biogas mampu diproduksi dari bahan organik dengan menggunakan bantuan bakteri yang diproses melalui fermentasi anaerob. Bakteri yang dapat membantu proses fermentasi bahan organik sampai terbentuknya biogas yaitu bakteri

metanogenik. Bakteri tersebut berfungsi merombak bahan organik untuk menghasilkan gas metan pada kondisi anaerobik. Pada umumnya, bakteri metanogenik terdapat di kotoran ternak dan kotoran manusia (Wahyuni, 2011).

Secara umum semua jenis bahan organik bisa diolah menjadi biogas. Bahan organik yang biasa digunakan oleh masyarakat Indonesia yaitu kotoran dan urine hewan. Selain itu, bahan lain yang dapat digunakan yaitu kotoran manusia, sampah organik, serta limbah pembuatan tahu. Produksi biogas yang tinggi bisa didapatkan dengan menambahkan bahan yang mengandung karbon (C) contohnya seperti jerami padi, atau N (misalnya: urea) untuk mencapai rasio C/N = 20. Komposisi dan produktivitas biogas dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu pH, temperatur, tekanan, dan kelembaban udara. Komponen dari biogas yang paling penting yaitu metana (CH₄) (Suyitno, dkk. 2010).

Parameter nilai yang dapat memenuhi syarat sebagai bahan baku biogas yaitu sebagai berikut (Pertiwiningrum, 2016):

Tabel 1.2. Parameter Bahan Baku Biogas

Nilai pH	7,3
Suhu	26° C
% N	6
COD	12.080 mg/L
% C	47,32
C/N	7,9
Volatil Solid	4,222 g/L
Total Solid	4,957g/L

B. Proses Fermentasi Biogas

Proses fermentasi secara anaerob untuk terbentuknya suatu biogas harus melalui beberapa tahap, yaitu tahap hidrolisis, tahap pengasaman dan tahap pertukaran gas CH₄. Pada tahap hidrolisis bahan organik yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan bahan ekstraktif seperti protein, karbohidrat dan lipida akan diurai menjadi senyawa yang lebih sederhana. Sebagai contoh polisakarida terurai menjadi monosakarida sedangkan protein terurai menjadi peptida dan asam amino. Pada tahap hidrolisis, mikroorganisme yang berperan adalah enzim ekstraselular seperti selulose, amilase, protease dan lipase (Suyitno, 2010)

Pada tahap pengasaman, bakteri akan menghasilkan asam yang berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat (CH₃COOH), H₂ dan CO₂. Bakteri ini merupakan bakteri anaerob yang dapat tumbuh pada keadaan asam, yaitu dengan pH 5,5-6,5. Bakteri ini bekerja secara optimum pada temperatur sekitar 30oC Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Untuk terjadinya metabolisme yang merata diperlukan pencampuran yang baik dengan konsentrasi air > 60%. Selain itu, bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, CO₂, H₂S dan sedikit gas CH₄.

Pada tahap pembentukan gas CH_4 , bakteri yang berperan adalah bakteri methanogenesis (bakteri metana). Kelompok bakteri metana, yaitu dari jenis methanobacterium, methanobacillus, methanosacaria, dan methanococcus. Bakteri ini membutuhkan kondisi digester yang benar-benar kedap udara dan gelap. Temperatur dimana bakteri ini bekerja secara optimum adalah pada 35°C dan sangat sensitif terhadap Teknologi Biogas: Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan perubahan temperatur sekitar $2-3^\circ\text{C}$. Kisaran pH adalah 6,5-7,5. Pada akhir metabolisme dihasilkan CH_4 dan CO_2 dari gas H_2 , CO_2 dan asam asetat yang dihasilkan pada tahap pengasaman. Perlu diketahui bahwa pada kotoran sapi terdapat banyak bakteri metana sehingga sangat baik untuk starter.

C. Manfaat Biogas

Biogas merupakan salah satu solusi teknologi energi untuk mengatasi kesulitan masyarakat akibat kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM), teknologi ini bisa segera diaplikasikan, terutama untuk kalangan masyarakat pedesaan yang memelihara hewan ternak sapi. Masyarakat pedesaan belum mampu memanfaatkan limbah kotoran ternak sebagai penghasil energi alternatif (terbarukan) pengganti kayu dan BBM, dimana kegiatan mereka sangat tergantung pada BBM dan kayu baik untuk memasak maupun penerangan. Hal ini sangat berdampak terhadap pendapatan dari masyarakat desa (peternak) itu sendiri. Kotoran ternak dapat dijadikan sebagai

bahan baku untuk menghasilkan energi terbarukan (renewable) dalam bentuk biogas. Di samping itu, dari proses produksi biogas akan dihasilkan sisa kotoran ternak yang dapat langsung dapat di pergunakan sebagai pupuk organik pada tanaman/budidaya pertanian.

Limbah biogas, yaitu kotoran ternak yang telah hilang gasnya (slurry) merupakan pupuk organik yang sangat kaya unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahkan unsur-unsur tertentu seperti protein, selulose, lignin dan lain-lain tidak bisa digantikan oleh pupuk kimia.

Biogas memiliki manfaat yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, diantaranya yaitu: Sebagai sumber bahan bakar gas yang menghasilkan panas; Sebagai sumber bahan bakar gas yang digunakan untuk kompor rumah tangga dan Sebagai sumber bahan bakar gas yang digunakan untuk menggerakkan motor (Suyitno, dkk. 2010).

D. Kelebihan dan Kekurangan Biogas

Biogas memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar yang lainnya, yaitu:

1. Bahan mudah diperoleh

Bahan yang digunakan yaitu kotoran ternak. Kotoran ternak belum termanfaatkan secara optimal, sedangkan jumlah kotoran ternak sangat berlimpah dan dapat diperbaharui.

2. Proses pembuatan yang mudah
Proses pembuatan biogas sangat mudah dan tidak membutuhkan waktu yang lama.
3. Aman
Biogas sangat aman jika terpasang dengan benar. Teknologi biogas yang aman dikarenakan tekanan gas yang tidak terlalu besar sehingga resiko meledak sangat kecil(Pertiwiningrum. 2016).
4. Pemanfaatan kotoran ternak menjadi lebih optimal
Berdasarkan studi kasus dan hasil survey dilapangan banyak masyarakat yang masih membuang limbah kotoran hewan ke lingkungan misalnya sungai. Hal tersebut tentunya dapat menimbulkan permasalahan lingkungan dan Kesehatan yang serius.
5. Limbah yang dihasilkan menjadi tidak berbau
Limbah yang dihasilkan oleh digester biogas tidak menimbulkan bau yang menyengat, Bau menyengat tersebut diakibatkan oleh gas methan yang terkandung didalamnya. Pada proses produksi biogas. Gas methan tersebut sudah digunakan sebagai energi alternative ramah lingkungan sehingga kandungan methan pada bahan yang menyebabkan bau menyengat sudah hilang.
6. Limbah yang dihasilkan langsung bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik
Ampas biogas atau yang biasa disebut bio-slurry merupakan bahan organik dengan unsur hara yang tinggi dan

mengandung mikroorganismenya potensial sehingga sangat baik jika digunakan untuk memperbaiki struktur tanah.

7. Sebagai alternatif untuk mengatasi krisis energi
Energi fosil yang semakin hari semakin menipis stoknya dapat diatasi dengan pencarian sumber energi alternatif salah satunya dari biogas ini.

Biogas juga memiliki kekurangan antara lain yaitu:

1. Perlunya teknologi tinggi

Sistem yang digunakan dalam proses produksi belum efisien. Hingga kini belum ada teknologi baru yang memiliki kemampuan menyederhanakan proses sekaligus menghasilkan biogas melimpah dengan biaya yang rendah. Artinya untuk melakukan produksi biogas dalam skala yang besar belum memungkinkan.

2. Pengaruh temperatur pada produksi biogas

Proses produksi biogas dipengaruhi oleh temperatur. Bakteri umumnya tumbuh pada suhu optimal untuk mencerna limbah sekitar 37°C. Di iklim dingin digester membutuhkan energi panas untuk menjaga pasokan biogas konstan.

3. Masih mengandung sisa (kotoran)

Setelah penyempurnaan dan kompresi, biogas masih mengandung kotoran. Jika bahan bakar biogas yang dihasilkan digunakan untuk menyalakan mobil dapat menyebabkan korosi pada bagian logam.