

SKRIPSI

**PENGARUH SERBUK GERGAJI TERHADAP
PRODUKTIVITAS BIOGAS KOTORAN SAPI DENGAN
MEDIA ARANG AKTIF SEBAGAI FILTER**

Oleh :

HARFIAN MAULANA MUHAMMAD

D211 16 325



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2020

SKRIPSI

**PENGARUH SERBUK GERGAJI TERHADAP PRODUKTIVITAS
BIOGAS KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN MEDIA ARANG AKTIF
SEBAGAI FILTER**

Oleh :

HARFIAN MAULANA MUHAMMAD

D211 16 325

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelas Sarjana Teknik pada
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
HASANUDDIN**

GOWA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :

**PENGARUH SERBUK Gergaji TERHADAP PRODUKTIVITAS
BIOGAS KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN MEDIA ARANG AKTIF
SEBAGAI FILTER**

HARFIAN MAULANA MUHAMMAD

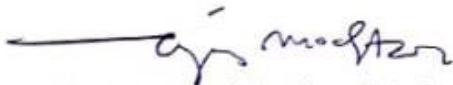
D211 16 325

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Gowa, 01 Desember 2020

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc.

NIP. 19760216 201012 1 002



Dr. Ir. Eng. Jalaluddin, ST., MT.

NIP. 19720825 200003 001

pMengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Eng. Jalaluddin, ST., MT.

NIP. 19720825 200003 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini:

NAMA : Harfian Maulana Muh

NIM : D211 16 325

JUDUL SKRIPSI : Pengaruh Purifikasi Bahan Bakar Terhadap Prestasi Mesin Diesel
Dengan Variasi Rasio Kompresi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Gowa, 01 / 12 / 2020

Yang membuat pernyataan,



Harfian Maulana Muh

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim

*Alhamdulillahirrobbil'alamiin wassholatu wassallaamu'alaa
khootamannabiyyinalmursalin wa'alaa aaliHi washohbiHi aj'ma'iin ammaa
ba'du*, dengan izin dan rahmat dari Allah semata penulis dapat menyelesaikan
skripsi ini dengan baik dengan judul : **Pengaruh Serbuk Gergaji Terhadap
Produktivitas Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Media Arang Aktif Sebagai
Filter** untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka
memproleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin,
Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Tentunya dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan
masih jauh dari kata sempurna. Semua kebaikan berasal dari Allah semata, segala
kekurangan dan kekeliruan berasal dari penulis maka dari itu penulis memohon
maaf atas segala kesalahan, kritik dan saran sangat dibutuhkan untuk penelitian-
penelitian selanjutnya.

Gowa, 29 Oktober 2020

Penulis

ABSTRAK

Harfian Maulana Muhammad. *Pengaruh Serbuk Gergaji Terhadap Produktivitas Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Media Arang Aktif Sebagai Filter* (dibimbing oleh Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar. ST., M.Sc. dan Dr. Eng. Jalaluddin. ST., MT)

Kotoran sapi merupakan limbah peternakan yang sangat bermanfaat untuk sumber energi terbarukan. Percepatan laju gas dalam fermentasi biogas kotoran sapi dapat dipercepat dengan penambahan katalis, serbuk gergaji merupakan salah satu bahan organik yang dapat mempercepat laju produksi gas pada pembentukan biogas kotoran sapi, serta penggunaan arang aktif dapat memberikan kualitas gas yang lebih baik dengan menyisihkan gas-gas *impurities* dalam biogas.

Penelitian ini menggunakan komposisi campuran : (B1) 6 kg kotoran sapi dan 0 kg serbuk gergaji, (B2) 4.2 kg kotoran sapi dan 1.8 serbuk gergaji, (B3) 4 kg kotoran sapi dan 2 kg serbuk gergaji, dan (B4) 3.8 kg kotoran sapi dan 2.2 kg serbuk gergaji dengan fermentasi selama 20 hari. Pada proses penelitian dilakukan pengukuran pH di awal dan di akhir penelitian, tekanan gas, volume gas, temperatur biodigester, nilai kalor, serta pengujian uji nyala api.

Pada penelitian ini didapatkan nilai pH berkisar antara 7-7.5 dan temperatur biodigester 27.5-31°C. Hasil penelitian ini menunjukkan campuran organik dengan campuran serbuk gergaji dapat mempercepat produksi dengan dengan rentan waktu 5 hari lebih cepat gas telah release dibandingkan tanpa bahan organik serbuk gergaji. Hasil yang optimal terdapat pada variasi campuran organik serbuk gergaji dengan variasi campuran 4.2 kg kotoran sapi dan 1.8 kg serbuk gergaji memiliki laju produksi tertinggi yaitu 74.5 ml/hari.

Kata kunci : kotoran sapi, biogas, serbuk gergaji, arang aktif, pH.

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
NOMENKLATUR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Energi Terbarukan	6
2.2 Biogas.....	7
2.3 Digester Biogas	12
2.4 Serbuk Gergaji sebagai Katalis	15
2.5 Purifikasi.....	16
2.6 Kelebihan Menggunakan Biogas.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
A. Waktu dan Tempat.....	20
B. Alat dan Bahan.....	20
C. Metode Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Tekanan Biodigester	28
B. Volume Biogas	32
C. Temperatur Biodigester	38
D. pH Campuran Organik.....	42

E. Laju Produksi	43
F. Uji Nyala	46
G. Uji Kalor Yang Diperlukan	48
BAB V PENUTUP.....	50
A. Kesimpulan.....	50
B. Saran	51
DATAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengadukan Kotoran Ternak Untuk Biogas (Oktavia and Firmansyah 2017).	11
Gambar 2. 2 Limbah Serbuk Gergaji (Rahim, Harianto, and Jufri 2017).....	11
Gambar 2. 3 Proses fermentasi anaerobik.....	14
Gambar 2. 4 Galon 19 L sebagai Digester Biogas	15
Gambar 2. 5 Arang Aktif (Pasae et al. 2019).....	17
Gambar 2. 6 Skema Instalasi Pengujian tanpa Penyaring (Pasae et al. 2019)	18
Gambar 2. 7 Skema Instalasi Pengujian Dengan Penyaring (Pasae et al. 2019) ..	18
Gambar 3. 1 Instalasi Biodigester	21
Gambar 4. 1 Instalasi Reaktor Biogas (Biodigester).....	27
Gambar 4. 2 Tekanan Biodigester B1 (Kotoran Sapi 6 Kg dan Serbuk Gergaji 0 Kg).....	28
Gambar 4. 3 Tekanan Biodigester B2 (Kotoran Sapi 4.2 Kg dan Serbuk Gergaji 1.8 Kg).....	29
Gambar 4. 4 Tekanan Biodigester B3 (Kotoran Sapi 4 Kg dan Serbuk Gergaji 2 Kg).....	30
Gambar 4. 5 Tekanan Biodigester B4 (Kotoran Sapi 3.8 Kg dan Serbuk Gergaji 2.2 Kg).....	32
Gambar 4. 6 Volume Biogas Biodigester B1 (Kotoran Sapi 6 Kg dan Serbuk Gergaji 0 Kg).....	33
Gambar 4. 7 Volume Biodigester Biogas B2 (Kotoran Sapi 4.2 Kg dan Serbuk Gergaji 1.8 Kg).....	34
Gambar 4. 8 Volume Biogas Biodigester B3 (Kotoran Sapi 4 Kg dan Serbuk Gergaji 2 Kg).....	35
Gambar 4. 9 Volume Biogas Biodigester B4 (Kotoran Sapi 3.8 Kg dan Serbuk Gergaji 2.2 Kg).....	37
Gambar 4. 10 Temperatur Biodigester B1 (Kotoran Sapi 6 Kg dan Serbuk Gergaji 0 Kg).....	39

Gambar 4. 11 Temperatur Biodigester B2 (Kotoran Sapi 4.2 Kg dan Serbuk Gergaji 1.8 Kg).....	40
Gambar 4. 12 Temperatur Biodigester B3 (Kotoran Sapi 4 Kg dan Serbuk Gergaji 2 Kg).....	41
Gambar 4. 13 Temperatur Biodigester B4 (Kotoran Sapi 3.8 Kg dan Serbuk Gergaji 2.2 Kg).....	42
Gambar 4. 14 pH Biodigester B1, B2, B3, B4.....	43
Gambar 4. 15 Diagram Batang Laju Produksi Biogas B2, B3 dan B4	44
Gambar 4. 16 Uji Nyala : (a) Tanpa Filter Arang Aktif dan (b) Menggunakan Filter Arang Aktif.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia (Kementerian ESDM, 2016) .	6
Tabel 2. 2 Kandungan Biogas Secara Umum (Ambar Pertiwiningrum. 2015).....	7
Tabel 2. 3 Perbandingan Energi Biogas (Ambar Pertiwiningrum, 2015)	8
Tabel 2. 4 Komposisi biogas secara umum (Ambar Pertiwiningrum, 2015).....	10
Tabel 3. 1 Komposisi Bahan Baku Biogas.....	22
Tabel 3. 2 Jadwal Kerja Penelitian	26
Tabel 4. 1 Laju Produksi Biogas B2, B3 dan B4	44
Tabel 4. 2 Perbandingan Laju Produksi Biogas Terhadap Penelitian Sebelumnya (E. Nurmawan, 2019) & (A. Maulana, 2019)	45

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
$V_{rata-rata}$	Laju Produksi Biogas	ml/hari
V_{total}	Volume total biogas	ml
T	Lama Waktu Fermentasi	hari
Q	Kalor yang diperlukan	kJ
M	Massa air	m ³
C_p	Kalor jenis air	($\frac{kJ}{kg}^{\circ}C$)
ΔT	Suhu total ($T_1 - T_2$)	($^{\circ}C$)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan pesatnya laju pertumbuhan dan tingginya populasi penduduk di Indonesia, mengakibatkan kebutuhan Indonesia akan pasokan energi juga makin tinggi dan besar. Jika kebutuhan masyarakat akan energi listrik makin besar maka kebutuhan akan penggunaan bahan bakar juga akan meningkat. Pada tahun 2016 hampir 65% bahan baku yang digunakan untuk memproduksi listrik di Indonesia berasal dari batubara, gas alam 27.05%, minyak solar 6.16% dan minyak bakar 1.96%.

Indonesia dikenal dunia memiliki sumber daya alam (SDA) yang melimpah, terutama minyak bumi dan gas alam. Hal ini yang menjadikan Indonesia memanfaatkan sumber daya alam tersebut dalam jumlah yang besar untuk kesejahteraan masyarakatnya. Indonesia merupakan salah satu negara penyumbang minyak terbesar di dunia. Oleh karena itu, hal ini dikhawatirkan berdampak kepada SDA tersebut karena minyak bumi dan gas alam merupakan SDA yang tidak dapat diperbaharui yang lama kelamaan akan habis apabila digali secara terus-menerus. Kemungkinan Indonesia kehilangan SDA tersebut sangat besar, sehingga menyebabkan kelangkaan bahan bakar yang sekarang ini saja sudah terasa dampaknya dengan kelangkaan minyak tanah, dan harga minyak dunia yang semakin tinggi.

Di zaman yang sudah semakin maju dan modern, sudah banyak negara maju yang memanfaatkan potensi dari sumber energi alternatif yang ada di bumi. Negara-negara ini juga memanfaatkan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan sehingga tidak menimbulkan efek samping bagi bumi di kemudian hari. Energi terbarukan merupakan salah satu pilihan untuk memberi asupan pada kebutuhan energi.

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh aktifitas anaerobik atau fermentasi dari bahan – bahan organik termasuk diantaranya : kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah biodegradable atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah Metana dan Karbon Dioksida. Menurut UNDP, Korea Energy Management Corporation (KEMCO) dan PT. Bumi Harmoni Indraguna (2010), setiap 1 ekor ternak sapi/kerbau dapat menghasilkan sekitar 0,6 m³ biogas per hari (Zalizar, Relawati, and Ariadi 2013).

Indonesia mempunyai potensi ternak yang cukup banyak antara lain hewan besar seperti sapi potong dan sapi perah. Jumlah total sapi di Indonesia sekitar 15 juta ekor, Jumlah sapi tersebut berpotensi menghasilkan biogas sebesar 9 juta m³/hari. Dalam sebulan potensi gas yang dihasilkan mencapai 270 juta m³ dan dalam setahun menghasilkan 3,285 milyar m³. Potensi ekonomis biogas adalah sangat besar, hal tersebut mengingat bahwa 1 m³ biogas dapat digunakan setara dengan 0.62 liter minyak tanah (Fahri, 2011).

Serbuk gergaji salah satu limbah yang dapat memproduksi biogas. Serbuk gergaji merupakan suatu limbah yang banyak di temukan di Indonesia baik di desa

maupun perkotaan. Selain bersifat terbarukan serbuk gergaji dengan ketersediaan yang melimpah juga mudah diperoleh dan murah. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui kadar gas metana yang terkandung dalam serbuk gergaji dengan campuran kotoran sapi sebagai aktivator utama.

Akan tetapi permasalahan yang harus diatasi saat ini ialah kemurnian gas metana hasil pengolahan limbah menggunakan digester sebagai energi baru terbarukan. Penggunaan karbon aktif dalam pemurnian biogas berfungsi untuk mendapatkan kondisi optimum dalam menghasilkan gas metana (Ritonga dan Masrukhi, 2017).

Maka dari itu dari latar belakang inilah melandasi dilakukan penelitian **“Pengaruh Serbuk Gergaji Terhadap Produktivitas Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Media Arang Aktif Sebagai Filter”**

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana produksi biogas dengan penambahan serbuk gergaji yang menggunakan filter arang aktif?
2. Berapa komposisi optimal dari campuran antara kotoran sapi, dan serbuk gergaji yang menggunakan filter arang aktif?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengukur produksi biogas dengan penambahan serbuk gergaji yang menggunakan filter arang aktif.
2. Menganalisa komposisi optimal campuran antara kotoran sapi, dan serbuk gergaji yang menggunakan filter arang aktif.

1.4 Batasan Masalah

1. Bahan baku yang digunakan berasal dari limbah kotoran sapi dan limbah serbuk gergaji.
2. Reaktor biogas terbuat dari galon kapasitas 19 Liter.
3. Filter arang aktif yang digunakan berasal dari tempurung kelapa.
4. Waktu fermentasi selama 20 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Ikut berpartisipasi dalam program pemerintah pada pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk mengatasi problematika penggunaan energi fosil.
2. Memberikan solusi energi alternatif dengan menggunakan limbah kotoran sapi sebagai sumber energi biogas yang dapat digunakan untuk pengganti bahan bakar gas elpiji dan minyak tanah selama rentang proses penelitian dapat dijadikan empiris untuk perkembangan energi biogas di masa yang akan datang.
3. Merekomendasikan komposisi campuran organik untuk produksi biogas yang lebih optimal kedepannya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan topik dalam pembuatan skripsi ini dibagi dalam lima bab untuk memudahkan pembahasan dan juga agar skripsi tersusun dengan rapi, sistematika dan mudah dipahami. Secara garis besar penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut

Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini dibahas secara rinci waktu dan tempat penelitian, jenis dan sumber data, pengumpulan data, metode analisis data untuk menjawab permasalahan yang diteliti dalam kerangka pembahasan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini diuraikan teori-teori yang relevan dan lengkap yang menjadi dasar/landasan melakukan penelitian. Teori-teori tersebut didapat dari berbagai sumber dan merupakan hasil penelitian kepustakaan sebagai landasan melakukan penelitian. Bab 2 ini berisi teori-teori umum mengenai sistem informasi geografi dan teori-teori khusus yang berdasarkan topik penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada Bab ini dibahas dengan rinci waktu dan tempat dilakukannya penelitian, jenis dan sumber data, pengumpulan data, metode analisis data untuk menjawab permasalahan yang diteliti dalam kerangka penelitian.

Bab IV Hasil Dan Pembahasan

Merupakan bab yang membahas data hasil presentase gas metana dari hasil variasi tekanan dan optimasi energi biogas yang diperoleh.

Bab V Penutup

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian serta saran-saran yang berguna untuk penyempurna dan pengembangan skripsi ini kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber-sumber terbarukan antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air dan gerakan perbedaan suhu lapisan laut. Energi terbarukan tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global karena memanfaatkan sumber energi yang ramah lingkungan. Energi yang digunakan berasal dari energi yang berkelanjutan seperti sinar matahari, angin, air, *biofuel* dan *geothermal*.

Potensi energi terbarukan di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 2.1** yang diterbitkan oleh Jurnal Energi Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pada Edisi 2.

Tabel 2. 1 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia (Kementerian ESDM, 2016)

Jenis energi terbarukan	Potensi (Mega Watt)
Angin (wind)	950
Surya (solar power)	11.000
Air (<i>hydro power</i>)	75.000
Biomasa	32
Biofuel	32
Energi Laut (<i>ocean</i>)	60.000
Panas Bumi (<i>Geothermal</i>)	29.000

Indonesia sesungguhnya memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar. Beberapa diantaranya bisa segera diterapkan di tanah air, seperti: bioethanol sebagai pengganti bensin, biodiesel untuk pengganti solar, tenaga panas bumi, mikrohidro, tenaga surya, tenaga angin, bahkan sampah/limbah pun bisa digunakan untuk membangkitkan listrik (Lubis, 2007).

2.2 Biogas

Biogas adalah gas yang mudah terbakar (flammable) yang dihasilkan dari proses fermentasi (pembusukan) bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi tanpa oksigen yang ada dalam udara). Reaktor yang digunakan pada umumnya disebut sebagai digester atau biodegster, karena ditempat inilah bakteri tumbuh dengan mencerna bahan-bahan organik. Sebagian besar dari kandungan biogas mengandung metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) dan beberapa kandungan senyawa lainnya dengan jumlah yang kecil seperti hydrogen sulfide (H_2S), ammonia (NH_3), hydrogen (H_2), dan oksigen (O_2). Secara umum kandungan biogas dapat terlihat pada **Tabel 2.2** berikut

Tabel 2. 2 Kandungan Biogas Secara Umum (Ambar Pertiwiningrum. 2015)

Komponen	Presentasi (%)
Metana (CH_4)	55-75
Karbon dioksida (CO_2)	25-45
Nitrogen (N_2)	0-0,3
Hidrogen (H_2)	1-5
Hidrogen Sulfida (H_2S)	1-5
Oksigen (O_2)	0,1-0,5

Nilai energi biogas jika dibandingkan dengan energi bahan bakar lain yaitu kalori dalam 1 m³ biogas setara dengan sebagaimana pada **Tabel 2. 3**.

Tabel 2. 3 Perbandingan Energi Biogas (Ambar Pertiwiningrum, 2015)

Energi Biogas (m³)	Energi Bahan Bakar Lain
1	6 kwh energi listrik
	0.62 liter minyak tanah
	0.52 liter minyak solar atau minyak diesel
	0.46 kg elpiji
	3.50 kg kayu bakar
	0.80 liter bensin
	1.50 m ³ gas kota

Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi methan (CH₄), jika semakin tinggi kandungan dari methan maka akan semakin besar kandungan dari nilai kalor pada biogas, dan jika semakin kecil kandungan dari methan maka semakin kecil pula nilai kalornya. Kualitas dari biogas dapat ditingkatkan dengan beberapa perlakuan yaitu : menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida (CO₂) atau yang disebut dengan proses purifikasi (Ambar Pertiwiningrum, 2015).

Pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif belum merupakan cara yang umum dilakukan, terutama limbah yang bersumber dari kegiatan peternakan dengan kapasitas yang besar. Untuk itu, limbah yang dibuang ke lingkungan mempunyai sifat dan karakteristik tertentu dan cukup potensial

menimbulkan dampak merugikan pada lingkungan sehingga perlu dilakukan penanganan kembali (Totok dkk, 2015). Menurut UNDP, Korea Energy Management Corporation (KEMCO) dan PT. Bumi Harmoni Indraguna 2010, setiap 1 ekor ternak sapi/kerbau dapat menghasilkan sekitar 0,6 m³ biogas per hari. Jumlah total sapi di Indonesia adalah sekitar 15 juta ekor sapi. Jumlah tersebut berpotensi untuk menghasilkan biogas sebesar 9 juta m³/hari. Dalam sebulan berpotensi untuk menghasilkan gas sebesar 270 juta m³ dan dalam 1 tahun dapat menghasilkan sekitar 3,285 milyar m³ (Zalizar, Relawati, and Ariadi 2013).

Jenis-jenis bahan organik yang diproses sangat mempengaruhi kualitas biogas yang dihasilkan. Pemilihan bahan biogas dapat ditentukan dari perbandingan kadar karbon (C) dan Nitrogen (N) dalam bahan tersebut. Bahan organik yang umumnya mampu menghasilkan kualitas biogas yang tinggi mempunyai rasio C/N sekitar 20-30 (Sasse 1988) atau 20-25 (Burke 2001).

Syarat bahan baku yang digunakan untuk biogas yaitu :

- Bahan organik (sampah, limbah pertanian, harus mengandung unsur karbon dan hidrogen serta nitrogen). Unsur nitrogen diperlukan bakteri untuk pembentukan sel sedangkan unsur karbon digunakan untuk energi.
- Agar fermentasi lebih cepat, bahan yang kasar harus digiling atau dirajang terlebih dahulu.
- Bahan baku harus berbentuk bubur oleh karena itu kandungan air harus cukup tinggi (optimum: 7-9%). Kadar air dalam kotoran sapi kira-kira 18% (rata-rata hewan 11-25%), maka perlu diencerkan dengan perbandingan 1:1.

- Air yang tidak mengandung zat-zat yang dapat menghambat pengembangbiakan bakteri.
- Perbandingan unsur karbon dan nitrogen (C/N) paling baik untuk pembentukan adalah 30 (Ambar Pertiwiningrum, 2015).

Rasio ideal C/N dari beberapa bahan organik yang dapat digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2.4** yaitu :

Tabel 2. 4 Komposisi biogas secara umum (Ambar Pertiwiningrum, 2015)

Bahan organik	N (%)	C/N
Kotoran manusia	6	5.9-10
Kotosan sapi	1.7	16.6-25
Kotoran babi	3.8	6.2-12.5
Kotoran ayam	6.3	5-7.1
Kotoran kuda	2.3	25
Kotoran domba	3.8	33
Jerami	4	12.5-25
Lucemes	2.8	16.6
Alga	1.9	100
Gandum	1.1	50
Serbuk jerami	0.5	100-125
Ampas tebu	0.3	140
Serbuk gergaji	0.1	200-500
Kol	3.6	1.5
Tomat	3.3	12.5
Mustard (Runch)	1.5	25
Kulit kentang	1.5	25
Sekam	0.6	67
Bonggol Jagung	0.8	50
Daun yang gugur	1	50
Batang kedelai	1.3	33

Kotoran sapi yang begitu melimpah begitu banyak kegunaannya salah satunya adalah pengolahan limbah kotoran sapi untuk produksi biogas dilihat pada **Gambar 2.1** adalah proses pengadukan kotoran sapi untuk pemanfaatan biogas.



Gambar 2. 1 Pengadukan Kotoran Ternak Untuk Biogas (Oktavia and Firmansyah 2017).

Selain kotoran sapi, limbah-limbah organik serbuk gergaji juga dapat dimanfaatkan untuk memproduksi biogas yang ramah lingkungan sebagaimana **Gambar 2.2** (penumpukan limbah organik sebelum dimanfaatkan menjadi biogas).



Gambar 2. 2 Limbah Serbuk Gergaji (Rahim dkk, 2017)

2.3 Digester Biogas

Digester berfungsi untuk menampung dan sebagai tempat fermentasi bahan organik oleh mikroba sampai biogas terproduksi. Waktu tinggal bahan secara minimal pada digester diharapkan akan mengurangi biaya dan volume digester, sedangkan waktu tinggal mikroba maksimal diharapkan akan meminimalkan lumpur pada digester dan waktu pencapaian stabilitas proses degradasi (Gerardi, 2003).

Langkah langkah proses pembuatan biogas adalah sebagai berikut:

1. Mencampur kotoran ternak dengan air sampai terbentuk lumpur dengan perbandingan 1:1 pada bak penampung sementara. Bentuk lumpur akan mempermudah pemasukan kedalam digester.
2. Mengalirkan lumpur kedalam digester melalui lubang pemasukan. Pada pengisian pertama kran gas yang ada diatas digester dibuka agar pemasukan lebih mudah dan udara yang ada didalam digester terdesak keluar. Pada pengisian pertama ini dibutuhkan lumpur kotoran sapi dalam jumlah yang banyak sampai digester penuh.
3. Melakukan penambahan starter (banyak dijual dipasaran) sebanyak 1 liter dan isi rumen segar dari rumah potong hewan (RPH) sebanyak 5 karung untuk kapasitas digester 3,5 - 5,0 m². Setelah digester penuh, kran gas ditutup supaya terjadi proses fermentasi.
4. Membuang gas yang pertama dihasilkan pada hari ke-1 sampai ke-8 karena yang terbentuk adalah gas CO₂. Sedangkan pada hari ke-10 sampai hari ke-

14 baru terbentuk gas metan (CH_4) dan CO_2 mulai menurun. Pada komposisi CH_4 54% dan CO_2 27% maka biogas akan menyala.

5. Pada hari ke-14 gas yang terbentuk dapat digunakan untuk menyalakan api pada kompor gas atau kebutuhan lainnya. Mulai hari ke-14 ini kita sudah bisa menghasilkan energi biogas yang selalu terbarukan. Biogas ini tidak berbau seperti bau kotoran sapi. Selanjutnya, digester terus diisi lumpur kotoran sapi secara kontinu sehingga dihasilkan biogas yang optimal (Razak dan Medan, 2019).

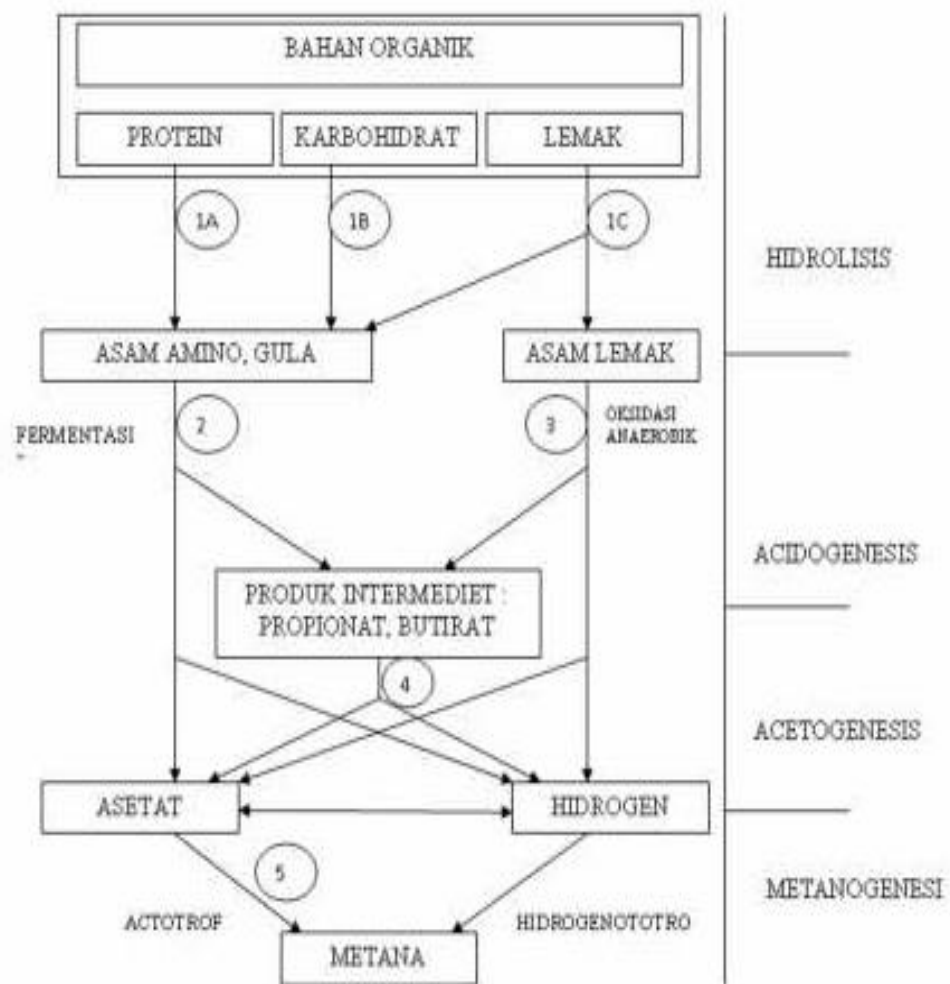
Pembentukan gas yang dilakukan oleh mikroba pada kondisi anaerob memiliki tahap proses perombakan selulosa hingga terbentuknya gas (Zuliantoro, 2018). Adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Hidrolisis, pada tahap ini terjadi penguraian bahan organik yang mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk polimer menjadi bentuk monomer.
2. Acidogenesis, pada tahap ini dilakukan oleh berbagai kelompok bakteri. Spesies yang umum termasuk dalam kelompok klostridia, yang meliputi spesies anaerobik yang membentuk spora dan mampu bertahan hidup dalam lingkungan yang buruk. Bakteri ini berperan dalam degradasi gula dan asam amino.
3. Acetogenesis, pada tahap ini bakteri acetogenik bertanggung jawab untuk melakukan oksidasi terhadap produk yang dihasilkan dari fase acidogenesis menjadi substrat yang sesuai bagi bakteri metanogenik. Dengan begitu,

bakteri metabolik intermediet yang menghasilkan substrat bagi bakteri metanogenik.

4. Metanogenik pada tahap ini terjadi proses pembentukan gas metana. Bakteri pereduksi sulfat juga terdapat dalam proses ini, yaitu mereduksi sulfat dan komponen sulfur lainnya menjadi hidrogen sulfida (Jagadabhi, 2011).

Adapun diagram alir untuk proses fermentasi anaerobik terdapat pada **Gambar 2.3.**



Gambar 2. 3 Proses fermentasi anaerobik

Adapun pada **Gambar 2.4** adalah contoh alat fermentasi (digester) biogas yang digunakan untuk skala laboratorium.



Gambar 2. 4 Biodigester kapasitas 19 L dalam satu reaktor

2.4 Serbuk Gergaji sebagai Katalis

Katalis merupakan suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau yang terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam fermentasi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk utama. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi.

Serbuk gergaji merupakan limbah dari penggergajian kayu. Serbuk gergaji dapat mempercepat proses fermentasi biogas, sehingga serbuk gergaji yang telah terurai lebih mudah diproses oleh bakteri metanogenesis (Dewi and Dewi 2014). Dalam berbagai penelitian ditemukan bahwa serbuk gergaji dapat

menaikkan dan menghasilkan presentasi gas metan, dengan komposisi kimia serbuk gergaji adalah Karbon (C) 50%, Hidrogen (H) 6%, Nitrogen (N) 0.04 – 0.10% dan Abu 0.20 – 0.50 % (Rahim dkk, 2017).

2.5 Purifikasi

Kualitas biogas yang masih belum optimal dapat ditingkatkan dengan mengikis gas-gas *impurities*, seperti hidrogensulfida (H_2S), ammonia (NH_3), kandungan uap air (H_2O), dan karbon dioksida (CO_2). Gas lain yang dihasilkan ini selain mengganggu dalam pembakaran, juga dapat menurunkan nilai kalor dan akan menghasilkan gas-gas beracun, korosif serta berbau yang berbahaya bagi lingkungan (Hariastuti dan Diponegoro, 2014).

Pemurnian biogas dapat dilakukan dengan berbagai teknik, antara lain absorpsi ke dalam cairan, permeable melalui membran, konversi kimia ke senyawa kimia yang lain, dan kondensasi (Hariastuti and Diponegoro 2014). Empat jenis teknologi pemurnian terakhir dapat menghasilkan secondary waste yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Efisiensi yang dicapai dari metode-metode tersebut baik, kemurnian CH_4 yang dicapai juga tinggi, akan tetapi metode-metode tersebut belum dapat menghilangkan semua komponen gas pengotor yang ada dalam biogas.

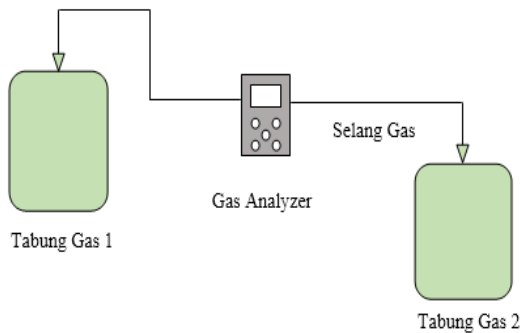
Karbon aktif memiliki daya adsorpsi yang baik untuk menyisihkan H_2S sedangkan untuk menyisihkan CO_2 efisiensinya kecil. Proses adsorpsi terjadi karena sifat yang dimiliki arang aktif sebagai penyerap, penyaring molekul, katalis, dan penukar ion. Adsorpsi secara umum adalah proses mengumpulkan

benda-benda terlarut yang terdapat dalam larutan antara dua permukaan. Antar permukaan tersebut seperti zat padat dan zat cair, zat padat dan gas, zat cair dan zat cair, atau gas dan zat cair. Walaupun proses tersebut dapat terjadi pada seluruh permukaan benda, maka yang sering terjadi adalah bahan padat yang mengadsorpsi partikel yang berada di dalam air limbah. Bahan yang akan diadsorpsi disebut sebagai adsorbant atau *solute* sedangkan bahan yang mengadsorpsi disebut sebagai adsorben (Ode and Verlina 2014).

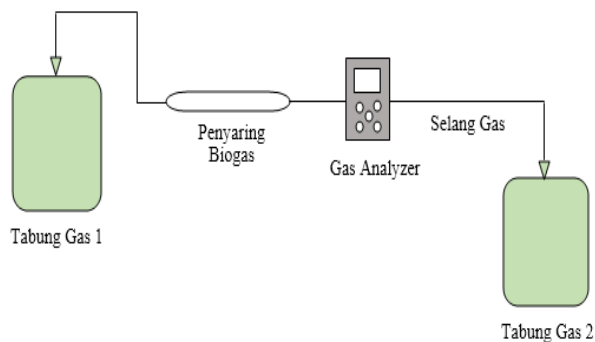
Karbon aktif atau sering juga disebut sebagai arang aktif adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Hal ini bisa dicapai dengan mengaktifkan karbon atau arang tersebut. Hanya dengan satu gram dari karbon aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m² (didapat dari pengukuran adsorpsi gas nitrogen). Biasanya pengaktifan hanya bertujuan untuk memperbesar luas permukaannya saja, namun beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif itu sendiri (Nadliriyah and Triwikantoro 2013).



Gambar 2. 5 Arang Aktif (Pasae et al. 2019)



Gambar 2. 6 Skema Instalasi Pengujian tanpa Penyaring (Pasae et al. 2019)



Gambar 2. 7 Skema Instalasi Pengujian Dengan Penyaring (Pasae dkk, 2019)

2.6 Kelebihan Menggunakan Biogas

Salah satu upaya yang dilakukan untuk pemanfaatan limbah peternakan adalah dengan memanfaatkannya untuk menghasilkan bahan bakar dengan menggunakan teknologi biogas. Teknologi biogas memberikan peluang bagi masyarakat pedesaan yang memiliki usaha peternakan, baik individual maupun kelompok, untuk memenuhi kebutuhan energi sehari-hari secara mandiri (Amirullah, 2019).

Pemanfaatan energi alternatif kotoran sapi menjadi biogas dapat meminimalisasi pencemaran lingkungan, mengantisipasi habisnya ketersediaan

kayu bakar dan mengurangi penggunaan BBM. Beberapa keuntungan pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas adalah:

1. Mengurangi biaya pembelian minyak tanah atau gas elpiji serta hemat tenaga dalam mencari kayu bakar,
2. Ramah lingkungan karena limbah ternak yang selama ini dibiarkan dapat dimanfaatkan,
3. Menghasilkan produk ikutan berupa lumpur organik yang dapat diolah menjadi pupuk kompos, dan
4. Mendukung program pemerintah hemat energi (Amirullah, 2019).

Nilai kalori dari 1 m³ biogas diperoleh sekitar 6.000 Watt Jam yang setara dengan 0.5 liter minyak diesel. Oleh karena itu Biogas sangat cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan pengganti minyak tanah, LPG, butana, batubara, maupun bahan-bahan lain yang berasal dari fosil. Kesetaraan biogas adalah: 1 m³ Biogas setara dengan Elpiji 0.46 kg, Minyak tanah 0.62 liter, Minyak solar 0.52 liter, Bensin 0.80 liter, Gas kota 1.50 m³, dan Kayu bakar 3.50 kg (Moch dan Krisno, 2014).