

**LAPORAN HASIL**  
**PENGABDIAN BERBASIS RISET**

**Judul Pengabdian:**

**PEMANFAATAN KOTORAN SAPI DALAM MEWUJUDKAN  
DESA MANDIRI ENERGI UNTUK MENINGKATKAN  
KESEJAHTERAAN MASYARKAT DESA SIJUNGKANG  
KABUPATEN TAPANULI SELATAN**



**Disusun Oleh :**

**Ketua Pengabdi**

Nama : Dr. Lelya Hilda, M.Si (2020097201)  
NIP/NIDN : 2020097201  
ID Pengabdi : 202009720110862

**Anggota 1**

Nama : Dra. Rosimah Lubis, M.Pd  
NIP/NIDN : 2025086101  
ID Pengabdi : 202508610208000

**Anggota 2**

Nama : Dra. Replita, M.Si  
NIP/NIDN : 2026056902  
ID Pengabdi : 202605690204739

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI**  
**PADANGSIDIMPUAN**  
**TAHUN 2019**



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PADANGSIDIMPUAN  
Jl. T. Rijal Nurdin Km.4.5 Sihitang-Kota Padangsidimpuan  
Telp.( 0634) 22080 Fax. 24022, Web.http://lppm.iain-padangsiidmpuan.ac.id

---

## IDENTITAS PENELITI

### 1. Ketua Tim Peneliti

- a. Nama Lengkap : Dr. Lelya Hilda, M.Si
- b. NIDN/NIP : 2020097201
- c. Jenis Kelamin : Perempuan
- d. Pangkat Gol/Jabatan : Pembina Tk. 1/ IV-b/Dekan
- e. Jabatan Fungsional : Lektor kepala
- f. Fakultas/Jurusan : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan/PGMI
- g. Bidang Keilmuan : Sains/Kimia, Ilmu Alamiah Dasar/Kimia
- h. Telp.Faks : -
- i. Alamat Rumah : Jl. M. Nawawi, Gg. Handayani No. 5  
Padangsidimpuan
- j. Telp/HP : 08126427292
- k. E-mail : [lelya.hilda@gmail.com](mailto:lelya.hilda@gmail.com)

### 2. Anggota 1 Peneliti

- a. Nama Lengkap : Dra. Rosimah Lubis, M.Pd
- b. NIDN/NIP : 2025086101
- c. Jenis Kelamin : Perempuan
- d. Pangkat Gol/Jabatan : Pembina IV-a/Dosen
- e. Jabatan Fungsional : Lektor kepala
- f. Fakultas/Jurusan : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan/Pendidikan  
Agama Islam
- g. Bidang Keilmuan : Pendidikan/Manajemen Pendidikan
- h. Telp.Faks : -
- i. Alamat Rumah : Jl. Lestari No.5, Kel. Ujung Padang,  
Padangsidimpuan
- j. Telp/HP : 081361460298
- k. E-mail : [rasimah.lbs@gmail.com](mailto:rasimah.lbs@gmail.com)

3. Anggota 2 Peneliti

- a. Nama Lengkap : Dra. Replita, M.Si
- b. NIDN/NIP : 2026056902
- c. Jenis Kelamin : Perempuan
- d. Pangkat Gol/Jabatan : Pembina IV-a/Dosen
- e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- f. Fakultas/Jurusan : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan/Pendidikan  
Agama Islam
- g. Bidang Keilmuan : Ekonomi Pedesaan
- h. Telp.Faks : -
- i. Alamat Rumah : Jl. Durian Padangsidempuan
- 1. Telp/HP : 085275957150
- j. E-mail : replita.lbs@gmail.com

## LEMBARAN PENGESAHAN

- 1 Kluster penelitian : Pengabdian Berbasis Riset
- 2 Judul Pengabdian : Pemanfaatan Kotoran Sapi dalam Mewujudkan Desa Mandiri Energi Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Desa Sijungkang Kabupaten Tapanuli Selatan
- 2 Jenis Pengabdian : Pengabdian Berbasis Riset
- 3 Bidang Ilmu : Ilmu Alamiah Dasar/Kimia
- Peneliti/Ketua Peneliti
- 4 Nama Lengkap : Dr. Lelya Hilda, M.Si
- 5 NIP/NIDN : 19720920 200003 2 002
- 6 ID Peneliti Litapdimas : 202009720110862
- Fakultas/Jurusan : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
- Alamat Rumah : Jl. M. Nawawi Gg. Handayani No. 5 Padangsidimpuan
- No. HP : 08126427292
- Email : lelya.hilda@gmail.com
- Jumlah dana : 60.000.000 (enam puluh juta rupiah)
- Pengabdian

Mengetahui,  
Kepala LPPM IAIN Padangsidimpuan

Padangsidimpuan, Nov 2019  
Peneliti,

Dr. H. Zul Anwar Ajim Harahap, M.A  
NIP. 19720920 200003 2 002

Dr. Lelya Hilda, M.Si  
NIP. 19720920 200003 2 002



**PENELITIAN INI DIDUKUNG/DIDANAI OLEH  
DIPA BOPTN INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
PADANGSIDIMPUAN  
2019**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan waktu dan kesempatan kepada penulis dalam menyelesaikan Pengabdian Berbasis Riset ini. Salawat dan salam kepada Rasulullah saw, sebagai uswatun hasanah kepada umatnya. Pengabdian dengan judul Pemanfaatan Kotoran Sapi Dalam Mewujudkan Desa Mandiri Energi Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Desa Sijungkang Kabupaten Tapanuli Selatan disusun sebagai bentuk Tri Darma perguruan tinggi di bidang pengabdian.

Disini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk ikut dalam kegiatan penelitian ini, dan juga tim reviewer yang memberikan kelayakan kepada judul penelitian untuk dapat dilaksanakan. Dan kepada semua pihak yang telah membantu terselesainya penelitian ini.

Demikianlah hasil pengabdian ini, mungkin masih banyak kekurangan, dan kami harap saran yang disampaikan dapat meneruskan tujuan yang disampaikan dalam pengabdian ini. Mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi pengabdian selanjutnya dan bagi pembaca.

Padangsidempuan, November 2018

Penulis,

Dr. Lelya Hilda, M.Si

NIP.19720920 200003 2 002

## DAFTAR ISI

### ABSTRAK

KATA PENGANTAR.....

DAFTAR ISI.....

### DAFTAR

GAMBAR.....

### DAFTAR

TABEL.....

BAB I. PENDAHULUAN .....

A. Latar Belakang.....

B. Permasalahan Mitra.....

C. Rumusan Masalah.....

D. Tujuan Pelaksanaan Pengabdian.....

E. Manfaat Pengabdian

BAB II. LANDASAN TEORI.....

A. Energi.....

B. Biogas.....

C. Participation Action Research (PAR).....

D. Penelitian Terdahulu.....

BAB III. METODOLOGI.....

A. Jenis Pengabdian.....

B. Prosedur Pelaksanaan  
Pengabdian.....

C. Keterlibatan  
Stakeholder.....

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....

- A. Diskusi Tim Pengabdian.....
- B. Diskusi Kelompok Tani dengan Tim Pengabdian dalam Pelaksanaan Pengabdian.....
- C. Penelitian Terdahulu.....
- D. Penyuluhan.....
- E. Pelaksanaan FGD  
1.....
- F. Pembangunan lokasi Biogas untuk dimanfaatkan Masyarakat..
- G. Pelaksanaan FGD  
2.....

BAB V.

PENUTUP.....

- A. Kesimpulan.....
- B. Saran.....

DAFTAR

PUSTAKA.....

LAMPIRAN



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Negara Indonesia salah satu penghasil bahan bakar dan gas yang aktivitas penggunaannya semakin meningkat, sedangkan persediaan bahan bakar tersebut semakin menipis. Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB), menyatakan bahwa minyak bumi, gas alam dan batu bara sebagai sumber bahan bakar fosil, yang dapat menyebabkan efek rumah kaca karena bahan bakar tersebut merupakan penyumbang karbondioksida ke atmosfer bumi dan berpengaruh dalam pemanasan global.

Energi merupakan komponen penting dalam memenuhi kebutuhan manusia yang menunjang berbagai aktivitas dan usaha produktif dalam menghasilkan barang dan jasa. Berbagai sumber energi seperti energi fosil, air, angin atau energi dari sumber daya hayati (*bioenergi*) sangat bermanfaat saat ini. Energi fosil misalnya minyak bumi sebagai sumber energi yang tidak dapat diperbaharui yang ketersediaannya semakin menipis dan harga semakin mahal. Ketersediaan yang semakin menipis tetapi kebutuhan akan bahan bakar tersebut semakin meningkat. (Wahyuni, 2013; 34).

Kebutuhan energi sebagai penggerak pembangunan nasional baik dalam kegiatan industri, transportasi, jasa maupun rumah tangga. Efek negative penggunaan bahan bakar fosil dapat menyebabkan terhadap lingkungan seperti efek rumah kaca (pemanasan global) sehingga harus dicari alternatif untuk mengurangi efek yang ditimbulkannya.

Kebutuhan akan energi yang semakin meningkat tetapi persediaan semakin menipis telah menuntun ditemukannya sumber energi yang terbarukan sebagai hasil inovasi yang dapat dijangkau dan tidak

menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan. Salah satu energi terbarukan tersebut adalah biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi kotoran ternak, sampah organik serta bahan-bahan lainnya yang termasuk golongan limbah organik dengan bantuan bakteri metanogenik dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen) (Wahyuni, 2013;8).

Kelangkaan dan semakin menurunnya produksi minyak dunia menyebabkan harga minyak cenderung naik. Inovasi yang dilakukan untuk mengurangi penggunaan minyak yang mempermudah masyarakat membuat dan menggunakannya, misalnya pembuatan biogas. Biogas sebagai sumber energi terbarukan yang dihasilkan tanpa menggunakan material, memiliki manfaat termasuk biomass. Biogas termasuk energi yang ramah lingkungan yang tidak merusak keseimbangan karbondioksida yang diakibatkan dari penggundulan hutan (*deforestation*) dan perusakan tanah. Selain ramah lingkungan juga bermanfaat untuk keperluan rumah tangga sebagai sumber energi dan menghemat pengeluaran. (Rahmawati, dkk, 2017).

Biogas sebagai sumber energi *renewal* yaitu energi yang terlibat sebagai sumber energi. Sebagai sumber energi, biogas merupakan bahan nonfossil yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Sebagai pembanding yaitu gas alam yang tidak diperhitungkan sebagai *renewal* energi (Hariati, 2006;160). Selain itu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan yaitu biodiesel dan pengganti bahan bakar diesel yang dihasilkan dari sumber dapat diperbarui seperti minyak nabati dan lemak hewan. Lemak dan minyak tersebut direaksikan dengan alkohol melalui reaksi transesterifikasi (Sivaramakrishnan & Ravikumar, 2011 dan Faizal, Maftuchah & Auriyani, W. A. 2013).

Kompos yang dihasilkan dari kotoran ternak selama ini tidak mengurangi hasil yang diperoleh bahkan dapat menambah nilai dengan

menghasilkan sumber energi alternatif yaitu biogas. Pada proses pembuatan biogas menghasilkan metana (CH<sub>4</sub>) yang dibuat dengan memanfaatkan kotoran ternak yang sudah diproses dan dikembalikan ke kondisi semula. Gas yang dihasilkan tersebut dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber biogas masih dapat diproses menjadi pupuk organik dengan memindahkan ke tempat lebih kering, dan bila sudah kering dapat disimpan dalam karung untuk penggunaan selanjutnya (Rahayu, dkk., 2009;151).

Desa Sijungkang yang berada di daerah Angkola Timur, Tapanuli Selatan, terdiri dari 200 kk, dengan jumlah penduduk sekitar 600 orang. Penduduk usia muda yang berpendidikan tidak kembali ke desa, tetapi bekerja di luar desa, yang tidak memiliki pekerjaan atau pendidikan maka merekalah yang terus menyambung kehidupan dengan meneruskan sawah, kebun dari warisan orang-tuanya. Yang lebih memprihatinkan sawah maupun kebun peninggalan orang tua semakin sedikit karena beban hidup yang terus bertambah maka peninggalan tersebut mulai dijual ke orang luar, sehingga penduduk tetap berada dalam keterpurukan.

Desa Sijungkang pada tahun 2017 dari dana APBN dapat bantuan sapi sebanyak 16 ekor dan dana APBD sebanyak 8 ekor. Bantuan sapi ini dikelola oleh 2 (dua) kelompok tani di daerah Sijungkang dengan pola pemeliharaan secara bersama (dalam satu kandang). Selain itu terdapat juga 15 ekor sapi yang dimiliki masyarakat dengan pola pemeliharaan dengan cara digembalakan.

Tim pengabdian dengan partisipasi masyarakat desa Sijungkang akan memanfaatkan limbah kotoran sapi untuk biogas, pupuk organik, sehingga kebutuhan masyarakat akan bahan bakar dapat disahuti, karena selama ini para keluarga memasak menggunakan kayu bakar.

Kondisi sapi yang dikandangkan dan tidak dikandangkan dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Kondisi Sapi dalam Kandang

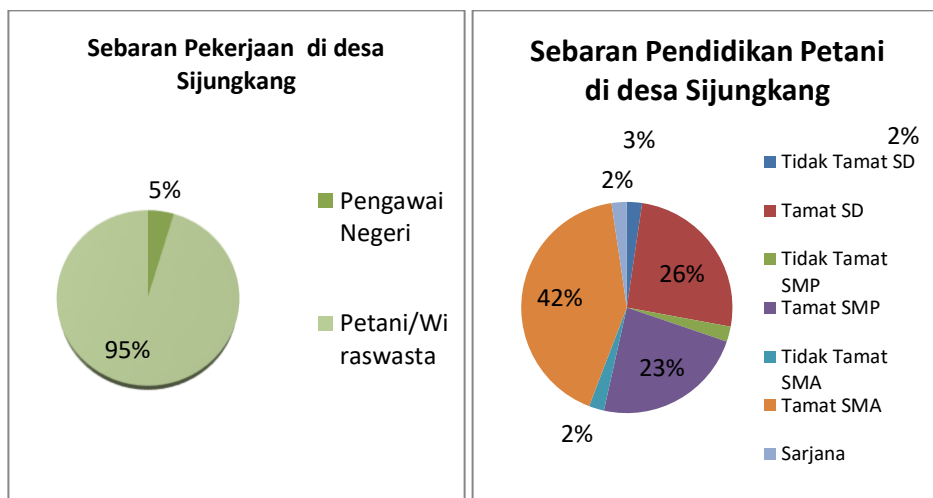


Gambar 2. Kondisi Sapi dan Kotoran yang digembalakan

Kritis energy yang dialami Indonesia saat ini dapat diatasi salah satunya dengan pengembangan biogas. Ketersediaan bahan bakar berupa minyak bumi yang semakin menipis maka Indonesia dalam mengurangi ketergantungan dengan cara mengembangkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan (*renewable*). Biogas sebagai salah satu energi yang cocok untuk mengatasi masalah kelangkaan energi dengan beberapa kelebihanannya. Keuntungan bioenergi sebagai sumberenergi terbarukan bersifat ramah lingkungan, dapat terurai dan mampu mengeliminasi efek rumah kaca dan kontinuetas bahan bakuyang cukup terjamin. Budidaya tanaman dan memanfaatkan limbah yang ada disekitar kita sebagai bahan pembuat biofuel yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar atau penghasil energi (Widaningsih, 2014, 29).

## B. PERMASALAHAN MITRA

Penduduk Desa Sijungkg selain bersawah juga banyak yang berkebun misalnya karet, kopi dan aren. Sawah hanya bisa panen 2 atau 3 kali dalam setahun, karet dalam 2 tahun ini juga harganya tidak menentu dan rendah, sedangkan kopi kurang terawat dan rusak sehingga hasilnya sedikit. Hasil yang diperoleh dari bertani, berkebun rata-rata 1-2 juta perbulan, sehingga pemuda desa tersebut banyak bekerja di luar sebagai buruh, tukang becak dan lainnya. Hal ini terlihat kurang berkembangnya desa tersebut dari segi kesejahteraan. Sehingga kondisi masyarakat masih dalam kekurangan atau dapat dikatakan masih miskin. Sebaran pekerjaan dan tingkat pendidikan masyarakat desa Sijungkg dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Kondisi Masyarakat Sijungkg

Hasil yang tidak menentu dari pertanian membuat petani banyak menambah penghasilan dengan bekerja di luar desa sebagai buruh bangunan, tukang becak atau mengerjakan kebun/sawah orang. Beralihnya pekerjaan dari mengusahakan milik sendiri, seperti sawah, kebun kopi dan aren disebabkan pendapatan dari kegiatan tersebut tidak menentu, sebagai contoh, pendapatan

dari sawah dengan muatan 120 kaleng (istilah di kampung untuk menunjukkan luas areal tanam) memberikan penghasilan maksimal sebesar Rp 5.120.000,00 (lima juta seratus dua puluh ribu rupiah) untuk 1 kali panen. Ditambah penghasilan dari aren gula merah Rp 1.200.000,00 (satu juta dua ratus ribu rupiah) setiap bulan dan ditambah penghasilan dari kopi untuk 0.5 ha lahan Rp 4.000.000,00 (empat juta rupiah) untuk satu tahun. Total penghasilan per tahun sebesar  $Rp\ 5.120.000 \times 2 + 1.200.000 \times 12 + 4.000.000$  adalah 28.640.000,00 (dua puluh delapan juta enam ratus empat puluh ribu rupiah) setara dengan 2.387.000,00 (dua juta tiga ratus delapan puluh tujuh rupiah) setiap bulannya atau 80.000 (delapan puluh ribu rupiah) per hari. Penghasilan ini adalah penghasilan maksimal yang dapat diperoleh oleh penduduk Sijunggang yang bekerja sebagai wiraswata dibidang pertanian.

Namun, jika terjadi kegagalan panen baik untuk usaha tani sawah, kebun kopi dan gula merah, maka akan terjadi guncangan ekonomi masyarakat. Oleh karena itu pilihan sebagai buruh tani dengan gaji Rp 50.000,00 (lima puluh ribu rupiah) per hari menjadi pilihan utama, sedangkan untuk usaha tani sawah dan lainnya menjadi tambahan penghasilan, sehingga produksi maksimal dari usaha tani sangat rendah, sementara peluang untuk mendapatkan pendapatan yang lebih tinggi cukup besar. Rendahnya kualitas sumber daya manusia yang ada dan informasi yang sampai ke masyarakat menjadi alasan utama, rendahnya produksi dari usaha tani yang dilakukan.

Bantuan sapi tahun 2017 telah menambah kegiatan di Desa Sijunggang. Bantuan sapi yang diperoleh masyarakat Desa Sijunggang, saat ini sudah berkembang baik, sebanyak 5 ekor anak sapi, dan beberapa diantaranya sedang hamil, dan sapi ini makin lama akan bertambah, tetapi pemanfaatan limbah belum dilakukan optimal, hanya dibuat untuk kompos saja, sedangkan

dari kotoran yang dihasilkan banyak hal yang dapat dilakukan untuk menambah *income* dari masyarakat.<sup>1</sup>

Hasil observasi tim kelokasi menunjukkan bahwa limbah dari kotoran hewan tersebut menimbulkan aroma tidak nyaman walaupun lokasinya jauh dari rumah penduduk, karena lokasi Sijunggang sudah menjadi jalan alternatif ke Sapirok.



Gambar 4. Kondisi Pembuatan Kompos

Masyarakat Sijunggang dalam kesehariannya memasak makanan dengan menggunakan kayu bakar. Hal ini untuk mengurangi pemakaian minyak tanah bila menggunakan kompor dan untuk memakai gas terlalu mahal dengan kondisi masyarakat di Desa Sijunggang.

---

<sup>1</sup>Observasi, Desa Sijunggang 15 September 2018.





Gambar 5. Memasak dengan Kayu Bakar

Permasalahan dan kondisi masyarakat inilah yang mendorong tim pengabdian ikut serta dalam pengembangan kesejahteraan masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya yang telah ada di desa tersebut.

### **C. Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah komposisi terbaik dalam menghasilkan biogas?
2. Bagaimanakah pemberdayaan masyarakat Desa Sijung kang dalam pembuatan biogas ?

### **D. Tujuan Pelaksanaan Pengabdian**

Dari latar belakang yang diuraikan, maka tujuan pelaksanaan pengabdian ini adalah:

1. pembuatan biogas dari limbah kotoran sapi sebagai sumber energi yang ramah lingkungan
2. Pemberdayaan masyarakat Desa Sijung kang dalam pembuatan biogas

### **E. Manfaat Pengabdian**

1. menjadi penggerak dinamika pembangunan pedesaan
2. dengan pengolahan limbah yang kontinu maka akan mengurangi pencemaran air, tanah dan udara dengan mengolah menjadi biogas dan pupuk organik

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Energi**

Kebutuhan energy sebagai kebutuhan dasar manusia semakin meningkat. Kebutuhan akan energy tersebut yang berasal dari bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (non renewable), selama ini merupakan sumber energy andalan bagi ,me, memenuhi kebutuhan manusia. Peningkatan kebutuhan manusia akan energi semakin meningkat dengan tingkat kebutuhannya. Kebutuhan energy bahan bakar minyak (BBM)) memegang posisi yang sangat dominan. Konsumsi energi tingkat nasional saat ini dengan komposisi sebagai berikut: kebutuhan BBM : 52,50%; Batubara: 21,52%; Gas: 19,04%; Air:3,73%; Panas Bumi: 3,01%; dan Energi Baru: 0,2% (Imam Kholiq, 2015).

Indonesia seperti negara di dunia tidak mungkin lagi hanya mengandalkan energi yang ada di perut bumi (energi konvensional) dalam memenuhi kebutuhan dan pembangunan serta pertumbuhan ekonomi nasional. Kekayaan alam yang berupa energi fosil dengan pemakaian yang semakin tinggi akan berkurang persediaannya dan akan habis suatu saat dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat baik itu batu bara, minyak dan gas bumi (Ade Hendraputra, 2017, 3).

#### **Model Penyediaan Energi**

Pengalokasian berbagai sumber energi primer digunakan untuk memenuhi kebutuhan energy yang diasumsikan penting dan dimasukkan ke dalam model penyediaan energi adalah:

- Kebutuhan atas pasokan gas bumi didasarkan Buku Neraca Gas Indonesia 2012-2025 (Kementerian ESDM), sedangkan pada tahun 2026-2030 berdasarkan *trend gas delivery*. Untuk Buku Neraca Gas Indonesia mengenai ekspor gas bumi yang mempertimbangkan adanya impor gas sampai tahun 2030.
- Cadangan batubara dan minyak bumi dapat ditemukan dalam data dari Kementerian ESDM dari Januari 2012, sedangkan cadangan batubara yang dalam cadangan tertambang dan cadangan terukur.
- Harga minyak mentah berdasarkan tahun 2013 sebesar 105 \$/barell dengan harga saat ini (current price): yang diasumsikan naik secara linier menjadi 126\$/barell pada tahun 2035.
- Untuk data IATMI (Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia) pengembangan CBM yang dipresentasikan dalam *The 5th International Indonesia CBM 2014*.
- Teknologi *coal to liquid* (CTL) yang dipertimbangkan: proses *indirect coal liquefaction* dengan kapasitas produksi 50 ribu barell/hari.
- Peta Infrastruktur kilang dari Direktorat Jenderal Migas berupa penambangan kilang minyak baru. Pada tahun 2012 Kementerian ESDM yang terdiri atas kilang minyak Plaju II, Balongan II, dan Tuban yang terdiri dengan kapasitas 300 ribu barell/hari.
- Untuk PLTU batubara 1000 MW di wilayah Jawa Pembangkit listrik *super-critical boiler* dimanfaatkan mulai tahun 2018.
- Mempertimbangkan LNG *receiving* terminal
- Keekonomian yang mendasari biaya produksi pembangkit listrik
- Mempertimbangkan pemanfaatan teknologi yang efisien dilakukan untuk konservasi energi di sisi kebutuhan maupun di sisi penyediaan (Imam Kholiq, 2015).

Pengurangan penggunaan BBM baik di sektor transport maupun sektor industry merupakan dukungan terhadap energi alternatif yang dimanfaatkan untuk substitusi BBM dalam pengembangan energi. Prosefek biodiesel sebagai sumber energi atau bahan bakar pengganti solar, pengembangan perkebunan energi berbasis kelapa sawit, prospek CNG sebagai bahan bakar pengganti bensin dan prospek pengembangan bioetanol (Imam Kholiq, 2015).

Indonesiasebagai negara yang memiliki wilayah dengan luas dan jumlah penduduk yang tinggi, dengan kondisi geografis yang beragam dan penduduk yang tersebar. Selain itu Indonesia juga masih menghadapi tantangan berupa pemenuhan energi untuk semua warga. Kebutuhan energi yang semakin tinggi dan ketersediaan yang terbatas tercatat pada tahun 2016 Indonesia masih memiliki 7 juta rumah tangga atau sekitar 28 juta penduduk Indonesia yang belum mendapatkan akses listrik.

Ketersediaan sumber energi yang berbeda membuat akses listrik di Pulau Jawa dan di luar Pulau Jawa terjadi kesenjangan cukup tinggi, dengan rasio elektrifikasi DKI Jakarta mencapai hampir 100%, sedangkan provinsi di luar pulau Jawa, khususnya Indonesia bagian timur, seperti pulau Nusa Tenggara Timur dan Papua, masih dibawah 70%. Hal ini menunjukkan pemenuhan energi di Indonesia belum merata.

Kebutuhan listrik, yang semakin meningkat di Indonesia dan ketersediaan yang terbatas akan mempengaruhi kebutuhan sehari-hari masyarakat dan masih banyak penduduk Indonesia yang masih terbatas akan akses tersebut. Ketersediaan bahan bakar juga belum tentu tersedia sepanjang waktu, sedangkan penggunaan tungku dapat menghasilkan asap yang mengganggu kesehatan .

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) menyatakan bahwa Indonesia memiliki potensi energi bersih dan terbarukan yang tinggi dan luar biasa besarnya yang berdasarkan data dari Potensi sumberdaya. Situasi ini dapat menunjukkan persediaan energi yang terbarukan dan bersih, dari data yang dimati bahwa pemakain energi terbarukan dan bersih di Indonesia baru mencapai kisaran 6% dari kebutuhan energi nasional. Berdasarkan potensi energi terbarukan maka penggunaan energi dapat memanfaatkan energi local (Yusuf Saefulhak, 2017, 3).

Penggunaan energi primer atau bahan fosil telah menyebabkan kerusakan lingkungan yaitu pencemaran, degradasi dan efek rumah kaca sehingga akan memicu terhadap kesehatan manusia. Penduduk dunia pada tahun 2040, akan diperkirakan memiliki 9 - 10 miliar orang dan harus disediakan kebuthan atas energi. Peningkatan pertumbuhan populasi dunia menyebabkan permintaan akan kebuthan energi semakin dekat, maka penggunaan energi yang bersal dari minyak bumi sebagai energi tidak terbarukan semakin meningkat yang berasal dari minyak mentah yang bersal dari bahan fossil. Penggunaan energi tertinggi mencapai 90% yang didominasi untuk pembangkit energi dan transportasi. Hal ini menyebabkan menipisnya ketersediaan bahan bakar fosil dan juga terjadinya degradasi lingkungan. Kenyataan ini membuat harus dicari alternative bahan bakar yang terbarukan dan berkelanj utan. Realitas ini telah mendorong untuk mencari alternatif terbarukan dan berkelanjutan untuk bahan bakar fosil. Minyak dan gas alam dapat mendorong perekonomian saat ini menuju sumber energi terbarukan alternatif. Salah satu dari alternatif terbarukan dan berkelanjutan adalah biogas. Biogas adalah sumber energi yang tersedia secara signifikanmengurangi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan emisi gas landfill ke atmosfer. Dengan meningkatnya ukuran dan konsentrasi regional dari operasi pemberian makan hewan terbatas (CAFO),ada kekhawatiran publik yang meningkat atas dampak potensial terhadap kualitas (Aremu and Agarry, 2012)

Abubakar Lubis (2007) menyatakan bahwa pengembangan energi terbarukan untuk mengganti energi fosil yang semakin menipis dan penyebab degradasi lingkungan harus segera dilakukan secara nasional.

Hal ini menyebabkan ancaman serius yaitu:

- (1) Bila tidak ditemukan sumber minyak baru maka cadangan minyak bumi semakin menipisnya
- (2) Laju permintaan yang semakin meningkat tidak diimbangi persediaan maka akan menyebabkan kenaikan/ketidakstabilan harga.
- (3) Pembakaran bahan bakar fosil menyebabkan meningkatnya pencemar gas CO<sub>2</sub> yang berdampak terhadap efek rumah kaca

Pembakaran dari bahan bakar fosil menyebabkan pencemaran CO<sub>2</sub> semakin tinggi yang saat ini yang tertinggi selama 125,000 tahun belakangan (Service, 2005). Bila ilmuwan masih memperdebatkan besarnya cadangan minyak yang masih bisa dieksplorasi, efek negative pencemaran gas CO<sub>2</sub> terhadap pemanasan global telah diketahui bersama yang akan menimbulkan ancaman serius bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Untuk mengatasi hal ini maka perlu pengembangan dan implementasi bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan.

## **B. Biogas**

Peningkatan peradaban manusia ditandai dengan meningkatnya aktifitas manusia akan kebutuhan bahan bakar tetapi persediaannya semakin menipis. Persediaan bahan bakar tersebut tidak sebanding lagi dengan besarnya permintaan walaupun saat ini Indonesia termasuk salah satu negara penghasil minyak bumi dan gas. Bahan Bakar Minyak (BBM) nasional. Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB), Panel Antar Pemerintah tentang

perubahan iklim, menyebutkan bahawa penggunaan bahan bakar fosil berupa minyak bumi merupakan penyebab utama dari kerusakan alam berupa pemanasan global atau efek rumah kaca karena penyebab pencemaran CO<sub>2</sub>.

Perkembangan pembangunan nasional tidak lepas dari ketersediaan energi yang berperan sangat strategis dan krusial. Kebutuhan energi dalam setiap lini kehidupan yaitu untuk kegiatan sektor industri, transportasi, jasa dan rumah tangga. Penggunaan bahan bakar minyak yang berlebihan akan berdampak negatif kepada lingkungan dan penghapusan subsidi secara bertahap, usaha untuk mengatasi harus segera dilakukan untuk menghindari krisis ekonomi yang berkepanjangan.

Energi merupakan kebutuhan vital yang harus tersedia untuk meningkatkan peradabannya. Tanpa energi manusia akan sulit menjalani roda kehidupan ini. karena dapat dikatakan semua aktivitas manusia membutuhkan energi, transportasi, memasak, penerangan dan lain sebagainya. Kebutuhan akan energi diperoleh dari pasokan energi global yang tidak dapat diperbaharui atau terbatas. Sehingga persediaan energi di bumi semakin menipis, selain itu juga pencemaran yang diakibatkannya seperti *global warning*.

Harga bahan bakar mengalami kenaikan baik itu minyak (terutama minyak tanah) dan gas elpiji untuk rumah tangga maupun industri. Persediaan bahan bakar minyak ini sering langka walaupun Indonesia termasuk sumber minyak bumi karena diketahui merupakan sumber bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. Peningkatan kebutuhan BBM yang langka di beberapa tempat di Indonesia. atau berkurangnya cadangan minyak, penghapusan subsidi yang diterapkan pemerintah menyebabkan harga minyak labil dan juga menyebabkan kualitas lingkungan menurun akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan.



Untuk penduduk dekat hutan banyak menggunakan kayu sebagai alternatif bahan bakar. Hal ini menyebabkan tekanan terhadap hutan akan meningkat dan perlu mendapatkan perhatian. Padahal, alam telah menyediakan banyak energi alternatif selain kayu. Efek negative yang disebabkan minyak bumi harus segera dicari energi alternative yang terbarukan dan ramah lingkungan. Biogas adalah salah satu bahan bakar alternatif yang dapat dikembangkan. Bahan bakar ini diperoleh dari dari pengolahan limbah rumah tangga, kotoran hewan (ayam, sapi, babi), atau sampah organik. Bahan ini dapat diperoleh sekitar kita dan dapat diperbanyak tanpa mengganggu kelestarian alam sehingga biogas merupakan salah satu pilihan tepat sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Penggunaan limbah sebagai sumber energi belum begitu lazim digunakan karena membutuhkan limbah yang cukup besar dalam mengolahnya. Kotoran yang diolah menjadi biogas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif belum merupakan cara yang umum dilakukan, terutama limbah yang bersumber dari kegiatan peternakan dengan kapasitas yang besar sebab limbah yang dibuang ke lingkungan mempunyai sifat dan karakteristik tertentu dan cukup potensial menimbulkan dampak yang merugikan lingkungan sehingga perlu dilakukan penanganan kembali. Biogas yang dihasilkan dari kotoran ternak sapi sebagai energi alternatif memiliki keuntungan yaitu dapat dimanfaatkan dalam rumah tangga dan dampaknya terhadap lingkungan hal itu terbukti dari nilai penghematan yang diperoleh dari pemanfaatan energi biogas sebesar 2,50 m<sup>3</sup> (Latifah Hanum Damanik, 2014).

Biogas adalah gas yang diproduksi melalui penguraian bahan organik tanpa oksigen atau bersifat anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan yang

dapat terbiodegradasi seperti biomassa, kotoran ternak, limbah, limbah kota, limbah hijau, bahan tanaman dan tanaman. Biogas juga dihasilkan dengan mengubah kotoran sapi melalui pencernaan anaerob menjadi biogas metana. Satu sapi dapat menghasilkan pupuk yang cukup dalam satu hari untuk menghasilkan tiga kilowatt jam listrik sedangkan hanya 2,4 kilowatt jam listrik diperlukan untuk menyalakan seratus watt bola lampu per hari. Di beberapa bagian dunia, seperti Nepal, biogas adalah sumber listrik pedesaan yang andal. Juga, dengan mengubah kotoran sapi menjadi biogas metana dengan membiarkannya membusuk, gas penyebab pemanasan global dapat dikurangi dengan 99 juta metrik ton atau 4%. Selanjutnya, biogas dapat digunakan untuk menghasilkan listrik pada pekerjaan pembuangan limbah dengan gabungan panas dan mesin listrik (CHP), di mana limbah panas dari mesin mudah digunakan untuk memanaskan digester, memasak, memanaskan ruang, memanaskan air, dan memproses pemanas. Jika dikompresi, dapat digunakan sebagai bahan bakar di mesin pembakaran internal atau sel bahan bakar (Ipeghan, et.al., 13).

Biogas sangat cocok digunakan sebagai bahan bakar alternative yang ramah lingkungan pengganti minyak tanah, LPG, batubara maupun bahan-bahan lain yang berasal dari fosil. Biogas banyak mengandung pengotor sehingga mempengaruhi karakteristik dari biogas tersebut. Jika biogas dibersihkan dari pengotor secara baik akan memiliki karakteristik yang sama dengan gas alam. Komponen pengotor berupa air (H<sub>2</sub>O), hidrogen sulfide (H<sub>2</sub>S), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan beberapa partikulat harus dihilangkan untuk mencapai gas kualitas *pipeline* (Wahyudi, et.all, 2012).

Biogas merupakan gas yang mudah terbakar (flamable) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob. Biogas yang berasal dari limbah rumah tangga, kotoran hewan (sapi, babi,

ayam) dan sampah organik. Menurut beberapa literatur, sejarah keberadaan biogas sendiri sebenarnya sudah ada sejak kebudayaan Mesir, China, dan Romawi Kuno. Masyarakat pada waktu itu diketahui telah memanfaatkan gas alam ini yang dibakar untuk menghasilkan panas. Namun, orang pertama yang mengaitkan gas bakar ini dengan proses pembusukan bahan sayuran adalah Alessandro Volta (1776), sedangkan Willam Henry pada tahun 1806 mengidentifikasi gas yang dapat terbakar tersebut sebagai metan. Becham (1868), murid Louis Pasteur dan Tappeiner (1882), memperlihatkan asal muasal mikrobiologis dari pembentukan metan (Krisno dan Muizuddin, 2012, 2).

Biogas merupakan bahan bakar yang bersih karena tidak menghasilkan asap (seperti halnya kayu, arang). Biogas dapat dipergunakan untuk mengganti minyak atau termasuk gas alami. Pembuatan biogas lebih bagus pada suhu 32-37 °C (Elizabeth, tt).

Ada tiga kelompok bakteri yang berperan dalam proses pembentukan biogas, yaitu:

1. Kelompok bakteri fermentatif: Steptococci, Bacteriodes, dan beberapa jenis Enterobacteriaceae.
2. Kelompok bakteri asetogenik: Desulfovibrio
3. Kelompok bakteri metana: Mathanobacterium, Mathanobacillus, Methanosacaria, dan Methanococcus (Krisno dan Muizuddin, 2012, 5).

Peningkatan kebutuhan bahan bakar merupakan topik yang hangat diperbincangkan diberbagai kesempatan. Hal ini didorong dengan semakin meningkatnya harga jual bahan bakar sedangkan sumber bahan bakar minyak dan gas semakin berkurang. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan ini adalah pemanfaatan *renewable energy* atau energi yang dapat diperbaharui dan

digunakan untuk menggantikan pemakaian bahan bakar minyak atau gas alam (*fossil fuels*).

Limbah yang berasal dari peternakan tersebut akan bernilai ekonomi tinggi apabila diolah dengan perlakuan yang tepat. Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah peternakan tersebut. Salah satunya pengolahan kotoran menjadi pupuk kandang, cara ini merupakan cara yang paling sederhana yang sering kita jumpai yaitu kotoran ternak dibiarkan hingga kering. Namun dengan cara pengolahan kotoran tersebut belum bisa dikatakan ramah lingkungan, karena kotoran ternak yang diolah dengan cara dikeringkan akan menimbulkan pencemaran dalam bentuk gas atau bau. Bau yang menyengat yang ditimbulkan dari kotoran ternak akan mengganggu pernafasan yang menyebabkan gangguan kesehatan Aditywaman, dkk,2015;171) .

Biogas adalah campuran gas yang tidak berwarna dan mudah terbakar yang diperoleh oleh secara anaerobik dari bahan limbah organik, biasanya terdiri dari metana (50-70%) karbon dioksida (30-40%) dan jejak gas lainnya. Ada peningkatan penggunaan dan permintaan untuk bahan bakar transportasi dan pembangkit listrik di banyak negara. Bahan bakar dari fosil tidak ramah lingkungan dan juga mahal. Mengatasi itu digunakan sumber energy alternatif dan ramah lingkungan seperti biogas (F. C. Onwuliri, dkk., 2013;1).

Tabel 1. Komponen-komponen biogas

No	Nama gas	Rumus kimia	Jumlah
1	Gas methan	CH <sub>4</sub>	54 % - 70 %
2	Karbondioksida	CO <sub>2</sub>	27 % - 45 %
3	Nitrogen	N <sub>2</sub>	3 % - 5 %
4	Hidrogen	H <sub>2</sub>	1 % - 0 %
5	Karbon monoksida	CO	0.1 %
6	Oksigen	O <sub>2</sub>	0.1 %

7	Hidrogen sulfida	H <sub>2</sub> S	Sedikit
---	------------------	------------------	---------

Sumber: Widarto dan Sudarto, 1997

Bahan bakar fosil menyediakan sebagian besar sumber energi utama dunia. Bahan bakar ini adalah sumber daya alam yang tidak terbarukan dengan pemakaian yang terus menerus, pasokan bahan bakar fosil (terutama minyak dan gas) akan segera habis sepenuhnya. Selain itu, meningkatnya biaya minyak dan produk-produk terkait telah memicu kebutuhan untuk mengembangkan sumber energi alternatif, salah satunya adalah produksi biogas (Adiotomreand and Ukrakpor, 2015;52). Biogas adalah campuran gas yang tidak berwarna dan mudah terbakar yang diperoleh dari pencernaan anaerobik dari bahan limbah organik. Ini adalah sumber energi alternatif. Komposisi utama biogas adalah metana (CH<sub>4</sub>) 50-70%. Ini dapat digunakan untuk memasak dan pembangkit listrik, sedangkan residu dari proses digunakan sebagai pupuk ((F. C. Onwuliri<sup>dkk.</sup>, 2013;1).

Kritis energi dan lemahnya kemampuan pemerintah untuk menyediakan subsidi maka kita dituntut melakukannya inovasi agar keamanan pasokan energi dalam negeri terjamin sehingga tidak menimbulkan keresahan dan gejolak di masyarakat. Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang dimaksud adalah bioenergi. Bioenergi selain bisa diperbaharui bersifat ramah lingkungan, dapat terurai, mampu mengeliminasi efek rumah kaca dan kontinuitas bahan baku cukup terjamin (Widaningsih, 2014;29).

Prasetyo dalam Muhammad menyatakan sampai saat ini pemanfaatan limbah kotoran ternak sebagai sumber bahan bakar dalam bentuk *biogas* ataupun *bioarang* sangat kurang karena teknologi dan produk tersebut merupakan hal yang baru di masyarakat. Padahal *biogas* merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan, dapat dibakar seperti gas elpiji (LPG) dan dapat digunakan sebagai sumber energy penggerak

generator listrik. Prospek pengembangan teknologi *biogas* ini sangat besar terutama di daerah pedesaan dimana sebagian besarnya masyarakat bekerja dibidang peternakan dan pertanian. Pada umumnya masyarakat yang berprofesi sebagai petani mempunyai hewan ternak seperti unggas, kambing, sapi, kerbau, dan lain-lain. Selama ini limbah kotoran ternak hanya dimanfaatkan sebagai pupuk itupun kurang optimal. Limbah kotoran ternak yang menumpuk menimbulkan efek pencemaran seperti pencemaran terhadap air tanah, pencemaran terhadap udara, dan memicu timbulnya efek rumah kaca (Prasetya; 2016).

Kotoran ternak yang tidak tepat pembuangannya maka dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan seperti: kontaminasi patogen, bau, amonia udara, efek rumah kaca, dll. Kotoran sapi dalam jumlah besar dihasilkan dari peternakan penggemukan meningkat setiap tahun, sebagian besar dibuang ke landfill atau ke tanah tanpa perawatan. Pengolahan secara anaerobik merupakan alternatif untuk mengolah limbah tersebut menjadi biogas. Biogas yang dihasilkan mengandung terutama metana dan karbon dioksida, dan dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan (Abubakar and Ismail, 2012;169).

Pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif belum merupakan carayang 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.

Manfaat limbah kotoran sapi sebagai energi alternatif yaitu :

- (a) Perlunya menurunkan emisi CO<sub>2</sub>, sesuai dengan persetujuan dalam Protokol Kyoto.

- (b) Kenyataan bahwa produksi bahan bakar minyak dunia telah mencapai titik puncaknya sementara kebutuhan energi di negara berkembang seperti Cina dan India meningkat dengan pesat.
- (c) Dimulainya konflik politik dan militer yang dipicu oleh karena perebutan sumber minyak (Hariati, 2006, 161).

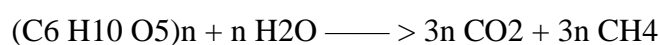
Satu ekor sapi menghasilkan kotoran berupa padatan sebanyak 6-7.5 kg per hari dan cairan sebanyak 5-10 liter per hari. Kotoran sapi baik padatan dan cairan belum dimanfaatkan secara maksimal, masyarakat baru menggunakan sebagai bahan pupuk kompos (hayati).

Ada tiga kelompok bakteri yang berperan dalam proses pembentukan biogas, yaitu:

1. Kelompok bakteri fermentatif: Steptococci, Bacteriodes, dan beberapa jenis Enterobactericeae.
2. Kelompok bakteri asetogenik: Desulfovibrio

Kelompok bakteri metana: Mathanobacterium, Mathanobacillus, Methanosacaria, dan Methanococcus. Bakteri methanogen secara alami dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti: air bersih, endapan air laut, sapi, kambing, lumpur (sludge) kotoran anaerob ataupun TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Biokonversi limbah organik ini melibatkan proses fermentasi. Proses biokonversi seperti ini dikenal pula sebagai proses pencernaan anaerob. Secara kimiawi, proses terbentuknya biogas berupa metana dan karbondioksida adalah sebagai berikut,

1. Untuk substrat berupa selulosa



2. Untuk substrat berupa senyawa kompleks seperti lignin, tanin, dan polimer aromatic
3.  $C_6H_5 COOH + 18 H_2 O \longrightarrow 15 CH_4 + CO_2$  (Krisno dan Muazuddin, 2014).

### Pemanfaatan Biogas

Biogas dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pada kompor gas, lampu petromak, menggerakkan motor bakar (energi mekanis/listrik) dengan kebutuhan biogas seperti pada Tabel 2..

Tabel 2. Pemanfaatan Biogas

Pemanfaatan Biogas	Referensi	Hasil Pengukuran
- Lampu penerangan (m <sup>3</sup> / jam)	0,11 – 0,15 (penerangan setara dengan 60 watt lampu bohlam $\cong$ 100 candle power $\cong$ 620 lumen).	0,15 – 0,3 Tekanan = 30 – 60 mmH <sub>2</sub> O
- Kompor gas (m <sup>3</sup> / jam)		0,2 – 0,4
- Energi listrik Algen gas generator (700 W)	Tekanan: 70 – 85 mm H <sub>2</sub> O	Tekanan = 60 – 85 mmH <sub>2</sub> O 0,55 m <sup>3</sup> biogas/kwh
Algen gas generator (1.500 W)	0,2 – 0,45	0,40 m <sup>3</sup> biogas/kwh 100 ml solar,
Modifikasi diesel engine 6HP(3000 W)	0,3 m <sup>3</sup> /orang/hari Tekanan: 75 – 90 mmH <sub>2</sub> O 0,5 m <sup>3</sup> biogas/kwh 0,35 m <sup>3</sup> biogas/kwh	0,39 m <sup>3</sup> biogas/kwh



	perbandingan solar : biogas = 10 : 9	
--	---	--

### C. Participation Action Research (PAR)

*Participatory Action Research* (PAR) adalah istilah yang memuat seperangkat asumsi yang mendasari paradigma baru ilmu pengetahuan dan bertentangan dengan paradigma pengetahuan tradisional atau kuno. Asumsi-asumsi baru tersebut menggaris bawahi arti penting proses sosial dan kolektif dalam mencapai kesimpulan-kesimpulan mengenai “apa kasus yang sedang terjadi” dan “apa implikasi perubahannya” yang dipandang berguna oleh orang-orang yang berbeda pada situasi problematis, dalam mengantarkan untuk melakukan penelitian awal (Agus Afandi, dkk., 2016, 90).

Pada dasarnya, PAR merupakan penelitian yang melibatkan secara aktif semua pihak-pihak yang relevan (*stakeholders*) dalam mengkaji tindakan yang sedang berlangsung (dimana pengalaman mereka sendiri sebagai persoalan) dalam rangka melakukan perubahan dan perbaikan ke arah yang lebih baik. Untuk itu, mereka harus melakukan refleksi kritis terhadap konteks sejarah, politik, budaya, ekonomi, geografis, dan konteks lain-lain terkait.

Menurut Yolanda Wadsworth, *Participatory Action Research* (PAR) adalah istilah yang memuat seperangkat asumsi yang mendasari paradigma baru ilmu pengetahuan dan bertentangan dengan paradigma pengetahuan tradisional atau kuno. Asumsi-asumsi baru tersebut menggaris bawahi arti penting proses sosial dan kolektif dalam mencapai kesimpulan-kesimpulan mengenai “apa kasus yang sedang terjadi” dan “apa implikasi perubahannya” yang dipandang berguna oleh orang-orang yang berbeda pada situasi problematis, dalam mengantarkan untuk melakukan penelitian awal .

Pada dasarnya, PAR merupakan penelitian yang melibatkan secara aktif semua pihak-pihak yang relevan (*stakeholders*) dalam mengkaji tindakan yang sedang berlangsung (di mana pengamalan mereka sendiri sebagai persoalan) dalam rangka melakukan perubahan dan perbaikan ke arah yang lebih baik. Untuk itu, mereka harus melakukan refleksi kritis terhadap konteks sejarah, politik, budaya, ekonomi, geografis, dan konteks lain-lain yang terkait. Yang mendasari dilakukannya PAR adalah kebutuhan kita untuk mendapatkan perubahan yang diinginkan (LPM IAIN Sunan Ampel Surabaya, 2008, 27).

Strategi PAR adalah :

- a) Memulai dengan tindakan mikro yang memiliki konteks makro/global.
- b) Mengembangkan penguasaan pengetahuan teknis masyarakat.
- c) Membangun kembali kelembagaan masyarakat.
- d) Pengembangan kesadaran masyarakat melalui pendidikan yang transformatif.
- e) Meningkatkan partisipasi masyarakat dalam menentukan penguasaan dan pengelolaan serta kontrol terhadap sumber daya alam dan manusia (terutama sumber daya ekonomi).
- f) Pengembangan sektor ekonomi strategis sesuai dengan kondisi lokal (daerah).
- g) Mengembangkan pendekatan kewilayahan/kawasan yang lebih menekankan pada kesamaan dan perbedaan potensi yang dimiliki.
- h) Membangun jaringan ekonomi strategis yang berfungsi untuk mengembangkan kerjasama dalam mengatasi keterbatasan-keterbatasan baik dalam bidang produksi, pemasaran, teknologi, dan permodalan ((LPM IAIN Sunan Ampel Surabaya, 2008, 30-31).

*Participatory Action Research* (PAR) adalah istilah yang memuat seperangkat asumsi yang mendasari paradigma baru ilmu pengetahuan dan bertentangan dengan paradigma pengetahuan tradisional atau kuno. Asumsi-asumsi baru tersebut menggaris bawahi arti penting proses sosial dan kolektif dalam mencapai kesimpulan-kesimpulan mengenai “apa kasus yang sedang terjadi” dan “apa implikasi perubahannya” yang dipandang berguna oleh orang-orang yang berbeda pada situasi problematis, dalam mengantarkan untuk melakukan penelitian awal ( Agus afandi, dkk , 2013, 41).

Terdapat 16 prinsip kerja PAR yang menjadi karakter utama dalam implementasi kerja PAR bersama komunitas. Adapun 16 prinsip kerja tersebut adalah terurai sebagai berikut:

1. Sebuah praktek untuk meningkatkan dan memperbaiki kehidupan sosial dan praktek-prakteknya, dengan cara merubahnya dan melakukan refleksi dari akibat perubahan-perubahan itu untuk melakukan aksi lebih lanjut secara berkesinambungan.
2. Secara keseluruhan merupakan partisipasi yang murni (otentik) membentuk sebuah siklus (lingkaran) yang berkesinambungan dimulai dari: analisa sosial, rencana aksi, aksi, evaluasi, refleksi (teoritik pengalaman) dan kemudian analisis sosial kembali begitu seterusnya mengikuti proses siklus lagi. Proses dapat dimulai dengan cara yang berbeda.
3. Kerjasama untuk melakukan perubahan: melibatkan semua pihak yang memiliki tanggung jawab (*stakeholder*) atas perubahan dalam upaya-upaya untuk meningkatkan kemampuan mereka dan secara terus-menerus memperluas dan memperbanyak kelompok kerjasama untuk menyelesaikan masalah dalam persoalan yang digarap.

4. Melakukan upaya penyadaran terhadap komunitas tentang situasi dan kondisi yang sedang mereka alami melalui pelibatan mereka dalam berpartisipasi dan bekerjasama padasemua proses research, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, dan refleksi. Proses penyadaran ditentukan pada pengungkapan relasi sosial yang ada di masyarakat yang bersifat mendominasi, membelenggu, dan menindas.
5. Suatu proses untuk membangun pemahaman situasi dan kondisi social secara kritis yaitu, upaya menciptakan pemahaman bersama terhadap situasi dan kondisi yang ada di masyarakat secara partisipatif menggunakan nalar yang cerdas dalam mendiskusikan tindakan mereka dalam upaya untuk melakukan perubahan social yang cukup signifikan.
6. Merupakan proses yang melibatkan sebanyak mungkin orang dalam teoritisasi kehidupan social mereka. Dalam hal ini masyarakat dipandang lebih tahu terhadap persoalan dan pengalaman yang mereka hadapi untuk pendapat-pendapat mereka harus dihargai dan solusi-solusi sedapat mungkin harus diambil dari mereka sendiri berdasarkan pengalaman mereka sendiri.
7. Menempatkan pengalaman, gagasan, pandangan dan asumsi sosial individu maupun kelompok untuk diuji. Apapun pengalaman, gagasan, pandangan dan asumsi tentang institusi-institusi social yang dimiliki oleh individu maupun kelompok dalam masyarakat harus siap sedia untuk dapat diuji dan dibuktikan keakuratan dan kebenarannya berdasarkan fakta-fakta, bukti-bukti dan keterangan-keterangan yang diperoleh di dalam masyarakat itu sendiri.
8. Mensyaratkan dibuat rekaman proses secara cermat. Semua yang terjadi dalam proses analisa sosial, harus direkam dengan berbagai alat rekam yang ada atau yang tersedia untuk kemudian hasil rekam-rekam itu

dikelola dan diramu sedemikian rupa sehingga mampu mendapatkan data tentang pendapat, penilaian, reaksi dan kesan individu maupun kelompok sosial alam masyarakat terhadap persoalan yang sedang terjadi secara akurat, untuk selanjutnya analisa kritis yang cermat dapat dilakukan terhadapnya.

9. Semua orang harus menjadikan pengalamannya sebagai objek riset. Semua individu dan kelompok-kelompok dalam masyarakat didorong untuk mengembangkan dan meningkatkan praktek-praktek sosial mereka sendiri berdasarkan pengalaman-pengalaman sebelumnya, yang telah dikaji secara kritis.
10. Merupakan proses politik dalam arti luas. diakui bahwa riset aksi ditujukan terutama untuk melakukan perubahan sosial di masyarakat. Karena itu mau tidak mau hal ini akan mengancam eksistensi individu maupun kelompok masyarakat yang saat itu sedang memperoleh kenikmatan dalam situasi yang membelenggu, menindas, dan penuh dominasi. Agen perubahan sosial harus mampu menghadapi dan meyakinkan mereka secara bijak, bahwa perubahan sosial yang akan diupayakan bersama adalah demi kepentingan mereka sendiri di masa yang akan datang.
11. Mensyaratkan adanya analisa relasi sosial secara kritis. Melibatkan dan memperbanyak kelompok kerjasama secara partisipatif dalam mengurai dan mengungkap pengalaman-pengalaman mereka dalam berkomunikasi, membuat keputusan dan menemukan solusi, dalam upaya menciptakan kesefahaman yang lebih baik, lebih adil, dan lebih rasional terhadap persoalan –persoalan yang sedang terjadi di masyarakat, sehingga relasi sosial yang ada dapat diubah menjadi relasi sosial yang lebih adil, tanpa dominasi, dan tanpa belenggu.

12. Memulai isu-isu kecil dan mengkaitkan dengan relasi-relasi yang lebih luas. Penelitian sosial berbasis PAR harus memulainya menyelidikannya terhadap sesuatu persoalan yang kecil untuk melakukan perubahan terhadapnya betapapun kecilnya, untuk selanjutnya melakukan penyelidikan terhadap suatu persoalan berskala yang lebih besar dengan melakukan perubahan yang lebih besar pula dan seterusnya. Kemampuan dalam meneliti dan melakukan perubahan dalam suatu persoalan betapapun kecilnya merupakan indikator kemampuan awal seorang fasilitator dalam menyelesaikan persoalan yang lebih besar.
13. Memulai dengan siklus proses yang kecil. (analisa sosial, rencana aksi, aksi, evaluasi, refleksi, analisa sosial, dst.). melalui kajian yang cermat dan akurat terhadap suatu persoalan berangkat dari hal yang terkecil akan diperoleh hasil-hasil yang merupakan pedoman untuk melangkah selanjutnya yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan yang lebih besar.
14. Memulai dengan kelompok sosial yang kecil untuk berkolaborasi dan secara lebih luas dengan kekuatan-kekuatan kritis lain. Dalam melakukan proses PAR peneliti harus memperhatikan dan melibatkan kelompok kecil di masyarakat sebagai partner yang ikut berpartisipasi dalam semua proses penelitian meliputi analisa sosial, rencana aksi, aksi evaluasi dan refleksi dalam rangka melakukan perubahan sosial. Selanjutnya partisipasi terus diperluas dan diperbanyak melalui perlibatan dan kerjasama dengan kelompok-kelompok masyarakat yang lebih besar untuk mengkritisi terhadap proses-proses yang sedang berlangsung.
15. Mensyaratkan semua orang mencermati dan membuat rekaman proses. PAR menjunjung tinggi keakuratan fakta-fakta, data-data dan keterangan-keterangan langsung dari individu maupun kelompok masyarakat

mengenai situasi dan kondisi pengalaman mereka-mereka sendiri, karena itu semua bukti-bukti tersebut seharusnya direkam dan dicatat mulai awal sampai akhir oleh semua yang terlibat dalam proses perubahan sosial untuk mengetahui proses perkembangan dan perubahan sosial yang sedang berlangsung, dan selanjutnya melakukan refleksi terhadapnya sebagai landasan untuk melakukan perubahan sosial berikutnya.

16. Mensyaratkan semua orang memberikan alasan rasional yang mendasari kerja sosial mereka. PAR adalah suatu pendekatan dalam penelitian yang mendasarkan dirinya pada fakta-fakta yang sungguh-sungguh terjadi di lapangan. Untuk itu proses pengumpulan data harus dilakukan secara cermat untuk selanjutnya proses refleksi kritis dilakukan terhadapnya, dalam upaya menguji seberapa jauh proses pengumpulan data tersebut telah dilakukan sesuai dengan standar baku dalam penelitian sosial (Agus afandi, dkk, 2013, 50-53).

#### **D. Penelitian terdahulu**

1. Penelitian yang dilakukan Onwuliri, dkk, dengan 4 perlakuan, dan perlakuan yang memberikan air kapur dan disimpan pada suhu kamar memberikan hasil yang lebih baik, dibanding dengan pemanasan pada suhu tertentu, pemanasan di panas matahari, dan suhu lebih rendah (F. C. Onwuliri, 2013;2).
2. Penelitian yang dilakukan Adiotomreand dan. Ukrakpor, membuat biogas dari sampah dapur dan kotoran sapi, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sampah dapur menghasilkan biogas yang sama baik dengan kotoran sapi (Adiotomreand Ukrakpor, 2015; 52).
3. Efektivitas kotoran sapi untuk produksi biogas menggunakan skala laboratorium 10L bioreaktor bekerja dalam mode batch dan semi-kontinyu

pada 53°C, menetapkan bahwa kotoran sapi memproduksi biogas yang tertinggi (Abubakar dan Ismail, 2012; 169).

4. Penelitian yang dilakukan Widaningsih (2014;28), menyatakan bahwa partisipasi masyarakat dalam pembentukan desa mandiri energi ini kerjasama dengan pemerintah desa yaitu melakukan sosialisasi, pembentukan tenaga terampil biogas, meningkatkan kerjasama dengan pihak luar diantaranya kerjasama dengan perguruan tinggi dalam hal penyuluhan pengelolaan instalasi biogas, kerjasama dengan PLN dalam hal bantuan genset untuk listrik di desa dan lembaga-lembaga swadaya masyarakat bidang pengembangan energi alternatif serta pengembangan jaringan kerjasama dengan Desa Mandiri Energi di daerah lain. Peneliti memberikan beberapa saran, sebagai berikut: meningkatkan potensi kelompok peternak, meningkatkan peranan Lembaga Keuangan Mikro (LKM-USaha Peternakan) yang ada dikelompok peternak sapi, serta meningkatkan ikatan sosial antar sesama anggota masyarakat dengan cara pembangunan Bengkel Kerja Biogas yang dikelola oleh masyarakat (RTM dan Remaja Putus Sekolah/Korban PHK) yang mampu menghasilkankebutuhan instalasi biogas.



## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **A. Jenis Pengabdian**

*Participatory Action Research* (PAR) adalah istilah yang memuat seperangkat asumsi yang mendasari paradigma baru ilmu pengetahuan dan bertentangan dengan paradigma pengetahuan tradisional atau kuno. Asumsi-asumsi baru tersebut menggaris bawahi arti penting proses sosial dan kolektif dalam mencapai kesimpulan-kesimpulan mengenai “apa kasus yang sedang terjadi” dan “apa implikasi perubahannya” yang dipandang berguna oleh

orang-orang yang berbeda pada situasi problematis, dalam mengantarkan untuk melakukan penelitian awal (Agus Afandi, dkk, 2016, 41-42).

*Participatory Action Research* adalah “penelitian oleh, dengan, dan untuk orang” bukan “penelitian terhadap orang”. PAR (Participatory Action Research) adalah partisipatif dalam arti bahwa ia sebuah kondisi yang diperlukan dimana orang memainkan peran kunci di dalamnya dan memiliki informasi yang relevan tentang sistem sosial (komunitas) yang tengah berada di bawah pengkajian, dan bahwa mereka berpartisipasi dalam rancangan dan implementasi rencana aksi itu didasarkan pada hasil penelitian (Agus Afandi, dkk, 2016,57).

Pelaksanaan pengabdian dilakukan atas masalah yang terdapat di Desa Sijungking yaitu kehidupan yang masih kategori miskin, kotoran sapi yang dihasilkan hanya dimanfaatkan untuk kompos yang masih menimbulkan bau dan pemanfaatan yang tidak optimal. Dari masalah yang muncul maka tim pengabdian bersama masyarakat (kelompok tani), kepala desa dan perangkat desa untuk memanfaatkan kotoran sapi menjadi biogas yang akan menjadi sumber energy alternative yang akan dimanfaatkan dapat memenuhi kebutuhan desa, karena selama ini pada umumnya masyarakat desa masih memasak menggunakan kayu bakar dan penggunaan listrik juga sangat terbatas, sehingga walau malam penerangan di dalam rumah masih redup karena keterbatasan ekonomi.

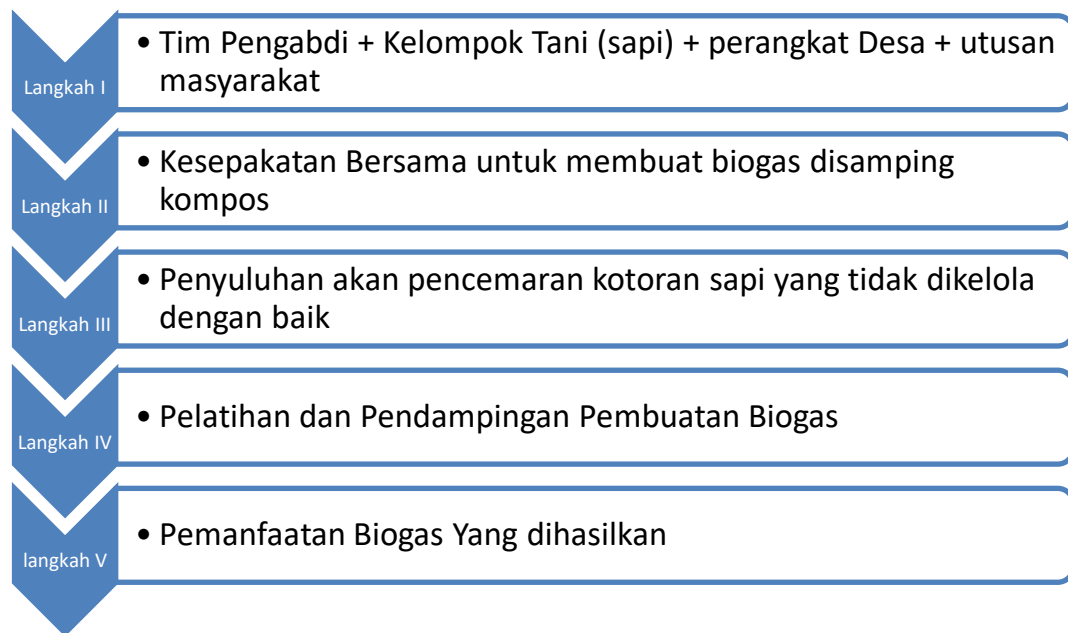
Adapun kegiatan-kegiatan yang dilakukan adalah pendampingan, penyuluhan dan pemanfaatan biogas yang dihasilkan.

1. Penyuluhan akan dampak negatif limbah kotoran sapi yang dihasilkan selama ini, baik dari segi bau yang ditimbulkan dan juga untuk kesehatan
2. Pendampingan kelompok tani dalam pembuatan biogas dan kompos yang memiliki nilai tambah untuk peningkatan pendapatan

3. Bersama-sama membuat biogas dari pembuatan kompos yang dilakukan. selama ini hanya menghasilkan kompos saja, tetapi dengan pendampingan maka akan dihasilkan juga biogas.
4. Pemanfaatan Biogas Yang dihasilkan



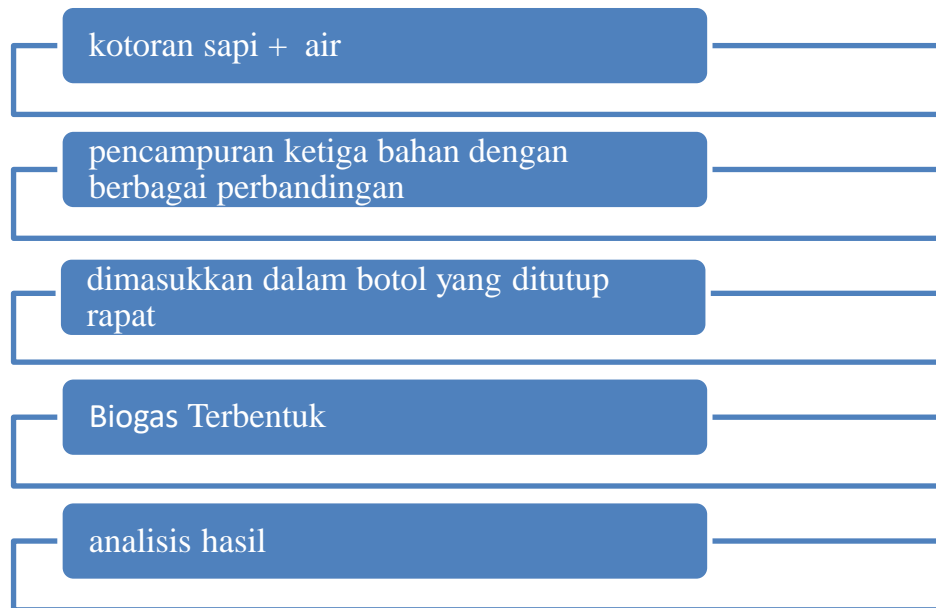
## **B.PROSEDUR PELAKSANAAN PENGABDIAN**



## **Pembuatan Biogas**

Bahan-bahan yang dibutuhkan adalah adalah kotoran sapi, cairan rumen perut sapi, dan air, sedangkan peralatan yang digunakan adalah botol plastik, gelas ukur, selang plastik, karet penutup botol, klip penjepit, box air plastik, kawat, statif, dan klem.

Untuk pembuatan biogas akan dilakukan penelitian terdahulu, dengan mencampurkan kotoran sapi, dan air dengan berbagai perbandingan. Perbandingan yang tertinggi menghasilkan biogas akan dipakai untuk pembuatan biogas selanjutnya.



Prosedur Pembuatan Biogas

### C. KETERLIBATAN STAKEHOLDER

Pelaksanaan kegiatan akan melibatkan pemerintah daerah dalam hal ini dengan kepala desa, penyuluh pertanian, tokoh adat, dinas peternakan. Sebelum dilakukan kegiatan masyarakat telah menyampaikan masalah-masalah di Desa Sijunggang, keadaan perekonomian, bantuan sapi yang mereka peroleh, bagaimana untuk menghasilkan uang tanpa menjual sapi bantuan tersebut. Dari pertemuan yang dilakukan dengan masyarakat (masyarakat kelompok tani ternak sapi, kepala desa, dan perangkat desa) maka untuk meningkatkan pendapatan dan pemanfaatan secara maksimal kotoran sapi disepakati untuk membuat biogas. Sedangkan dalam pelaksanaan penyuluhan dan pelatihan akan melibatkan dinas peternakan, penyuluh dan tim pengabdian sendiri juga akan mengundang pemerintah daerah di desa Sijunggang, Tapanuli Selatan.

**Tabel 3. Keterlibatan Stakeholder**

No	Stakeholder	Keterlibatan
1	Pemerintah Daerah (kepala desa)	Sebagai wadah perantara masyarakat dalam menjawab permasalahan-permasalahan yang terjadi
2	Tokoh adat, hatobangon dan tokoh agama	Diharapkan sebagai perangkul masyarakat untuk ikut program pengabdian ini
3	Dinas Peternakan	Membantu dalam penyuluhan-penyuluhan yang dilakukan
3	Penyuluh	Membantu tim untuk memasyarakatkan program yang akan dilaksanakan
4	Petani	Sebagai pasar untuk pupuk kompos yang dihasilkan
5	Masyarakat Sijung kang	Sebagai penerima manfaat dari pembuatan biogas

**D. Tabel 4. RESOURCES**

Nama Lengkap	Dr. Lelya Hilda, M.Si
Jabatan	Ketua Tim
Fakultas	Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Bidang Keahlian	Sains dan Teknologi
Tugas dalam atan	-Identifikasi permasalahan masyarakat -Mengkoordinasi semua kegiatan dan tahapan kegiatan -Partisipasi dalam pelatihan dan penyuluhan -Membimbing pelatihan terhadap masyarakat pembuatan biogas
Nama Lengkap	Dra. Rosimah Lubis, M.Pd
Jabatan	Anggota Pengusul 1

Fakultas	Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Bidang Keahlian	Manajemen Pendidikan
Tugas dalam Kegiatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identifikasi permasalahan masyarakat</li> <li>-Mengkoordinasi semua kegiatan dan tahapan kegiatan</li> <li>-Membimbing pelatihan terhadap masyarakat</li> <li>-Membantu ketua dalam proses pelaksanaan peengabdian</li> </ul>

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum pembangkit listrik berbasis energi terbarukan masih menghadapi beberapa hambatan dalam perkembangannya diantaranya karena faktor :

1. Masih menemui kendala keekonomian karena beberapa komponennya belum diproduksi massal secara nasional, kandungan lokalnya masih minim, sehingga komponen-komponen yang ada memiliki harga yang mahal dan tentunya memiliki biaya investasi yang tinggi pula.
2. Harga jual tarif pembangkit listrik ET masyarakat masih tergolong tinggi jika dibandingkan dengan energi fosil, misalnya minyak bumi, solar, dan batubara, di Indonesia masih tergolong rendah.
3. Banyak teknologi untuk pembangunan dan pengelolaan ET yang belum dikuasai oleh tenaga ahli di Indonesia.
4. Beberapa pembangkit listrik ET memiliki keterbatasan untuk mengimbangi pertumbuhan beban listrik yang cepat dan besar seperti PLTS dan PLT Bioenergi.
5. Masih terbatasnya studi dan penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan teknologi ET. Selain itu penelitian tersebut juga terkendala oleh biaya dan sumber daya manusia.
6. Hal lain yang menguntungkan namun menjadi kelemahan Indonesia adalah khususnya potensi panas bumi, wilayah *ring of fire* yang membentang dari Sumatera, Jawa sampai Sulawesi memiliki medan yang cukup sulit untuk ditempuh dan dijangkau serta memerlukan waktu yang lama untuk membuka jalan dalam memproduksi energi terbarukan.



8. Kondisi letak geografis Indonesia yang membawa keuntungan dalam hal energi-pundisisi lain juga membawa kelemahan dalam hal pengembangan dikarenakan Indonesiaterdiri dari ribuan pulau yang terpisahkanoleh laut dan selat. Ini dapat menyebabkan pembangunan infrastruktur produksi dan distribusi energi menjadi lebih sulit di karenakan harus terpartisi di setiap daerahyang berbeda.
9. Kondisi sosial masyarakat setempat yang terkadang menjadi penghalang dalam pembangunan sumber energi terbarukan (Wiwaha, 2015).

#### A. Diskusi Tim Pengabdian

Sebelum dilakukan pengabdian kerjasama dengan masyarakat peternak sapi di Desa Sijunggang terlebih dulu Tim Pengabdian merencanakan kegiatan apa yang akan dilakukan dari pertemuan dengan peternak sapi dan masyarakat, penyuluhan, pelaksanaan pengabdian dan FGD.



Gambar 6. Diskusi Tim Pengabdian

#### B. Diskusi kelompok tani dengan Tim pengabdian dalam pelaksanaan pengabdian

Pelaksanaan pertemuan yang dilakukan oleh masyarakat dengan Tim Pengabdian dengan membicarakan apa yang akan terjadi bila limbah-limbah tersebut tidak dikelola dengan baik. Membicarakan manfaat lain yang dihasilkan dari kotoran sapi selain kompos yang telah dikerjakan selama ini walaupun belum maksimal. Pengabdian yang dilakuakn tanpa mengurangi pupuk baik dari kotoran padatan maupun cairan dapat dihasilkan biogas sebagai bahan bakar. Biogas dapat dimanfaatkan untuk pengganti kayu bakar sebagai bahan bakar untuk memasak dan juga untuk pembangkit listrik.

Pada umumnya memasak di Desa Sijungking menggunakan kayu bakar, sedangkan penerangan menggunakan listrik tetapi sering mati dan harganya dianggap mahal bagi masyarakat yang ekonominya sebagai petani.



**Gambar 7. Diskusi dalam Pelaksanaan Pengabdian**

### C. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dilakukan untuk menghasilkan komposisi campuran pembuatan biogas dan lamanya waktu dalam menghasilkan biogas

maksimal. Hasil penelitian terdahulu dengan mencampurkan kotoran sapi dengan rumen kemudian dengan air menghasilkan biogas tertinggi pada campuran 1:3. Dari hari ke 3 sudah menghasilkan produksi tetapi belum bisa digunakan karena kandungan CO dan CO<sub>2</sub> sangat tinggi, hasil pada hari ke 10 sudah bisa digunakan dan produksi biogas tertinggi pada hari ke 15-16 menghasilkan 5 liter biogas dari kotoran sapi 110 kg dengan kandungan air 220 kg. Hasil semakin kecil tetapi masih menghasilkan sampai hari ke-30.

Hasil penelitian digunakan perbandingan kotoran sapi : air/kotoran sapi : rumen = 1:1, 1: 2 dan 1:3. Dari hasil yang digunakan diperoleh hasil tertinggi pada perbandingan 1: 3, tetapi kandungan CO dan CO<sub>2</sub> tinggi menyebabkan tidak dapat terbakar dengan baik. Sedangkan 1:2 menghasilkan biogas no.2 tertinggi tetapi kandungan CO dan CO<sub>2</sub> rendah sehingga proses pembakaran baik dan yang terakhir perbandingan 1:1 hasil biogas maksimal yang diperoleh dibutuhkan waktu yang lebih lama akibatnya dapat mengalami kegagalan karena bakterinya mati karena media bakteri biogas terlalu padat.

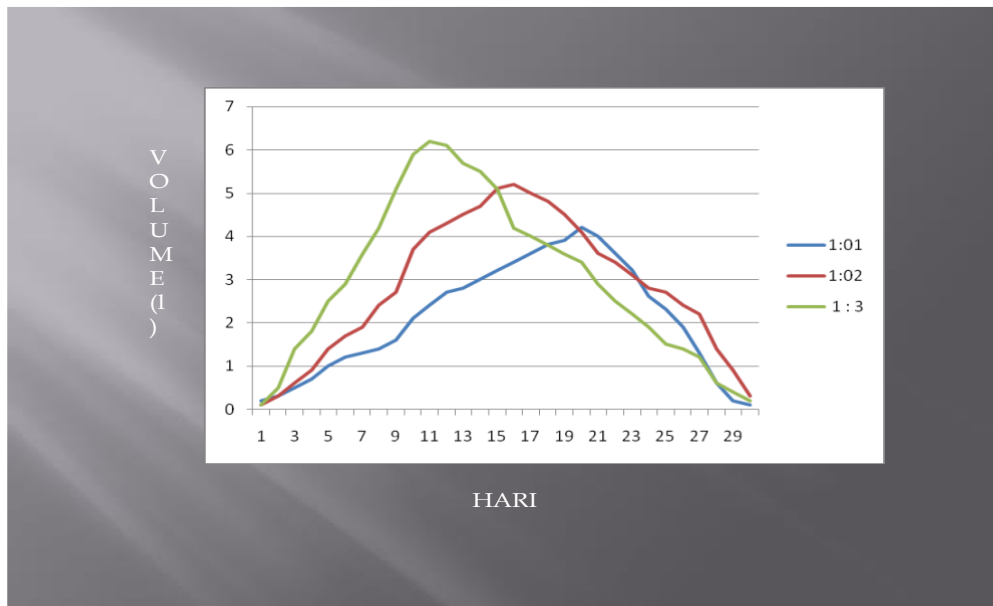


Gambar 8. Hasil Biogas

**Tabel 5. Biogas yang dihasilkan**

hari	1:1	1:2	1:3
1	0.2	0.1	0.1

2	0.3	0.3	0.5
3	0.5	0.6	1.4
4	0.7	0.9	1.8
5	1	1.4	2.5
6	1.2	1.7	2.9
7	1.3	1.9	3.6
8	1.4	2.4	4.2
9	1.6	2.7	5.1
10	2.1	3.7	5.9
11	2.4	4.1	6.2
12	2.7	4.3	6.1
13	2.8	4.5	5.7
14	3	4.7	5.5
15	3.2	5.1	5.1
16	3.4	5.2	4.2
17	3.6	5	4
18	3.8	4.8	3.8
19	3.9	4.5	3.6
20	4.2	4.1	3.4
21	4	3.6	2.9
22	3.6	3.4	2.5
23	3.2	3.1	2.2
24	2.6	2.8	1.9
25	2.3	2.7	1.5
26	1.9	2.4	1.4
27	1.3	2.2	1.2
28	0.6	1.4	0.6
29	0.2	0.9	0.4
30	0.1	0.3	0.2



**Gambar 9. Grafik Penghasilan Biogas**

Limbah dari kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai biodiesel untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan untuk memfasilitasi pengembangan pasokan energi yang berkelanjutan. Produksi biogas menghasilkan energi terbarukan yang serba guna, karena metana dapat digunakan untuk penggantian bahan bakar fosil baik dalam pembangkit listrik maupun panas dan sebagai bahan bakar kendaraan. Peningkatan dan pemanfaatan biogas gas sebagai bahan bakar kendaraan terbarukan atau injeksi ke jaringan gas alam semakin menarik karena gas dapat digunakan dengan cara yang lebih efisien (Weiland, 2010).

Keseimbangan energi bergantung pada hasil biogas, efisiensi pemanfaatan, dan nilai energi pengganti bahan bakar fosil. Hasil penelitian Poschl dkk., menunjukkan bahwa peningkatan biogas menjadi biometana untuk injeksi ke jaringan gas alam berpotensi meningkatkan input energi primer untuk pemanfaatan biogas hingga 100%; efisiensi energi dari sistem biogas meningkat hingga 65% ketika gas alam diganti bukannya listrik. Juga

ditemukan bahwa, efisiensi energi sistem dapat ditingkatkan lebih lanjut sebesar 5,1-6,1% melalui pemulihan sisa biogas dari unit penyimpanan digestate tertutup. (Pöschl, et.al., 2010).

Limbah segar memiliki kadar air yang tinggi (sekitar 80%), menjadikannya tidak cocok untuk kebanyakan proses termodinamika dan komposisi yang bervariasi dan kandungan yang tinggi bahan lingo-selulosa membuatnya tidak menarik untuk fermentasi menjadi etanol atau produk lainnya. Pencernaan anaerob, proses konversi biologis, memiliki sejumlah keunggulan untuk konversi limbah. Pencernaan anaerob adalah proses mikroba yang terjadi tidak adanya oksigen. Dalam proses tersebut akan dihasilkan bahan organik, yaitu metana dan karbon dioksida. Pencernaan anaerob juga memiliki beberapa keuntungan dari sudut pandang pengolahan limbah. Meskipun kandungan total nitrogen dan fosfor tidak berubah secara substansial oleh pencernaan anaerob, efluen dapat diterima untuk perawatan lebih lanjut untuk menghilangkannya. Juga, bakteri coliform, patogen lain, telur serangga, dan parasit internal dihancurkan atau dikurangi ke tingkat yang dapat diterima dalam proses anaerob. Suhu memiliki efek yang signifikan pada laju pencernaan dengan sebagian besar proses terjadi pada suhu dalam kisaran suhu mesofilik 75-100 ° F, tetapi pencernaan anaerob juga dapat dilakukan pada suhu termofilik (125-140 ° F). Telah diketahui bahwa termofilik lebih efisien daripada mesofilik dalam hal waktu retensi, laju pemuatan, dan produksi biogas nominal tetapi membutuhkan input energi yang lebih tinggi, teknologi yang lebih mahal, dan sensitivitas yang lebih besar terhadap variabel operasi dan lingkungan, yang membuat prosesnya lebih bermasalah daripada pencernaan mesofilik. Pencernaan anaerob lebih lambat daripada proses pengolahan limbah aerobik, biasanya membutuhkan waktu retensi 10-30 hari untuk pencernaan mesofilik. Hasil biogas berada dalam kisaran 3-8 SCF / lb VS, dan kandungan metana dari biogas biasanya adalah 60-70%, dengan keseimbangan sebagian besar CO<sub>2</sub>. Sejumlah kecil hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), yang beracun dan korosif, juga diproduksi. Menurut Shamsul dan Naimul Haque (2006), sebuah keluarga beranggotakan 5-8 orang membutuhkan 4-6

sapi untuk menjalankan produksi biogas dalam memenuhi kebutuhan energi memasak sehari-hari. Hal ini dapat membantu mengatasi krisis bahan bakar memasak dan juga, sebagai sumber pupuk organik (Aremu and Agarry, 2012).

Pada umumnya kenaikan kadar air akan meningkatkan produksi biogas, Molekul-molekul air dibutuhkan pada saat tahapan hidrolisis dan asetogenesis. Pada tahapan hidrolisis, dengan bantuan mikroba hidrolitik mendegradasi senyawa organik kompleks yang berupa polimer menjadi monomernya yang berupa senyawa tak terlarut dengan berat molekul yang lebih ringan. Pada tahapan asetogenesis adalah tahapan dimana hasil dari tahapan sebelumnya yaitu asidogenesis, diubah menjadi asam asetat. Etanol, asam propionate, dan asam butirat diubah menjadi asam asetat oleh bantuan bakteri asetogenik.

Pada proses perubahan asam-asam organik menjadi asam asetat dibutuhkan molekul-molekul air yang eksekutif maka dengan penambahan air yang lebih banyak akan meningkatkan pembentukan asam asetat yang nantinya akan diubah menjadi gas metana pada tahapan selanjutnya (metanogenesis). Dengan demikian adanya penambahan semakin banyak air dalam sistem, produksi biogas akan meningkat (Saputro, dkk, 2009).

Selama 3 hari pertama pengamatan, biogas berkurang produksi dan terutama karena fase lag mikroba pertumbuhan. Padahal, dalam kisaran 4 hingga 6 hari pengamatan; produksi biogas meningkat secara substansial untuk pertumbuhan metanogen eksponensial. Biogas tertinggi tingkat produksi 3,4 L diukur pada hari ke 6. Pada tanggal dimulainya pencernaan semi-berkelanjutan, biogas produksi diamati menurun secara signifikan dan, ini mungkin karena daerah pH yang tidak diatur digunakan, yang secara bersamaan menyebabkan peningkatan konsentrasi amonia nitrogen yang mungkin dianggap menghambat proses (Abubakar, dan Ismail, 2012).

Penelitian Ukpai menunjukkan bahwa pembuatan biogas dari kotoran sapi dengan air menghasilkan biogas kumulatif tertinggi 124,3 L / total massa bubur (TMS). perubahan pH menunjukkan bahwa pada pH netral, puncak tertinggi produksi gas dicapai dan pada kisaran pH sedikit asam, tidak ada produksi gas. Hasil ini menunjukkan bahwa limbah ini dapat menjadi sumber gas terbarukan jika dikelola dengan benar karena masing-masing limbah lamban melanjutkan produksi gas setelah 30 hari waktu retensi (Ukpai dan Nnabuchi, 2012).

Biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi terdiri dari: CH<sub>4</sub> (55-75%), CO<sub>2</sub> (25-45%), H<sub>2</sub> (1-5%), N<sub>2</sub> (0-0,3%), O<sub>2</sub> (0,1-0,5%), dan H<sub>2</sub>S (0-3%). Jika biogas dibersihkan dari pencemar dengan baik maka biogas akan hilangmemiliki karakteristik yang sama dengan gas alam. Komponen air pencemar (H<sub>2</sub>O),hidrogen dan sebagai sulfida (H<sub>2</sub>S), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan beberapa partikulat seharusnya dieliminasi untuk mencapai gas berkualitas pipa. Untuk memahami bagaimana pengaruh levelCO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> dari karakteristik pembakaran metana. Pengamatan dilakukan secara eksperimental dengan membakar campuran stoikiometri (gas metana dan udara) dengan persentase CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> dalam ruang transparan berbentuk persegi bahan bakar dengan dimensi 500 x 200 x 10 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> mempengaruhi proses pembakaran, hal itu menyebabkan api biru menjadi pudar. Ini menunjukkan pembakaran tidak sempurna dan kadar CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> menghambat reaksi tabrakan antara molekul gas metana dan molekul udara. Hasil juga menunjukkan bahwa CO<sub>2</sub> mengurangi kecepatan nyala api ((Wahyudi, et.all, 2012).

Produksi biogas berlangsung dalam empat langkah dasar: hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis. Proses pertama hidrolisis, opolimer ukuran besar seperti lemak, karbohidrat dan protein dipecah menjadi asam lemak, gula sederhana, dan asam amino. Proses ke dua ini dilakukan oleh bakterisida.



Hidrolisis diikuti oleh asidogenesis dimana alkohol rendah dan asam organik diproduksi melalui fermentasi. Ini termasuk asam lemak volatil (asam asetat, asam butirat dan propionat), gas-gas seperti Karbon dioksida, Amonia dan Hidrogen dan Aldehida. Pada langkah ketiga (asetogenesis), produk dari asidogenesis dikonversi menjadi asam asetat, Hidrogen dan Karbon dioksida oleh bakteri asetogenik. Metanogenesis adalah tahap akhir di mana bakteri methanogen dikonversi Hidrogen, asam asetat dan Karbon dioksida menjadi Metana dan Karbon dioksida (Matheri et.al., 2016).

Hasil penelitian Latinwoa and Agarryb (2015) menunjukkan bahwa co-pencernaan kotoran sapi dengan kulit pisang sebagai co-substrat mengurangi waktu mulai untuk menghasilkan biogas dan meningkatkan hasil biogas sebesar 18% dibandingkan dengan kotoran sapi saja.

Menurut Aremu and Agarry (2012) limbah hewan dan tanaman yang melimpah dapat dihasilkan biogas sebagai pengganti bahan bakar fosil. Biogas yang dihasilkan dari kotoran hewan (kotoran sapi dan kotoran babi) menghasilkan sumber daya energi yang dapat dimurnikan dan disimpan dalam tabung gas dan digunakan secara efisien untuk konversi panas langsung. Proses ini juga menciptakan residu yang sangat baik yang mempertahankan nilai pupuk dari produk limbah asli. Meningkatnya biaya bahan bakar konvensional mengharuskan eksplorasi sumber energi lainnya. Selain itu, pencarian sumber energi alternatif seperti biogas harus diintensifkan sehingga bencana ekologis seperti penggundulan hutan dan erosi dapat dihindar.

#### **D. Penyuluhan**

Pelaksanaan penyuluhan tentang biogas dan kompos yang selama ini tidak dimanfaatkan maksimal oleh masyarakat hanya bau atau polusi yang ada. Dengan narasumber Syafiruddin, M.P. Pelaksanaan penyuluhan dihadiri oleh 40 orang peternak sapi, tokoh masyarakat dan kepala desa.

Hasil dari pembuatan biogas dapat dijadikan sumber energi serta keluaran yang dihasilkan (*sludge*) dapat dijadikan produk sampingan seperti pupuk sehingga dapat menambah penghasilan. Sumber energi biogas memiliki keunggulan dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Selain ramah lingkungan, biogas juga termasuk energi yang memiliki sifat *renewable*. Artinya, biogas dapat diperbaharui dan mudah untuk diperbanyak. Solusi yang tepat untuk menjadi alternatif bagi sumber energi lain yang memang tidak dapat diperbaharui. Biogas juga tidak memiliki resiko meledak sehingga tidak berbahaya untuk digunakan (Wahyudi dan Iskandar, 2013).



Gambar 10. Pelaksanaan Penyuluhan

E. Pelaksanaan FGD I (Fokus Group Discussion)

Setelah menghasilkan gas dari penelitian terdahulu dan penyuluhan yang telah dilakukan, dengan menjelaskan manfaat dan bahaya dari limbah kotoran tersebut baik bagi kesehatan dan lingkungan hidup. Maka untuk membuat instalasi biogas dilakukan FGD yang dihadiri peternak sapi sebagai subjek,

tokoh masyarakat dan kepala desa dan dihadiri juga mahasiswa sebagai peserta yang membantu masyarakat dalam pembuatan instalasi tersebut



Gambar 11. Pelaksanaan FGD

Dari FGD ini dijelaskan instalasi dan langkah-langkah pembuatannya.

#### F. Pembangunan lokasi pengolahan biogas untuk dimanfaatkan masyarakat



Gambar 12. Pembangunan Instalasi Pembuatan Biogas

Tempat air seni/tempat mencampur kotoran sapi digester  
limbah cair dengan air



Gambar 13.. Rancangan Bangunan Untuk Sapi



Gambar 14. Hasil Rancangan Pengembangan sapi pembentuk produksi biogas



Keterlibatan masyarakat dalam pembuatan instalasi biogas

Penampungan

Gambar 15. Instalasi Biogas limbah cair

Pencampuran kotoran sapi + air



Pemasangan digester dan tempat penampungan biogas

Gambar 16. Instalasi Biogas 1  
Tempat penampungan biogas



Gambar 17. Intalasi Biogas Tempat kotoran padat (kompos)  
Digeter (2000 liter)

*Biodegester* yang dipergunakan untuk menghasilkan biogas umumnya disebut *digester* atau *biodigester*, karena di tempat inilah bakteri tumbuh dengan mencerna bahan-bahan organik. Biogas yang dihasilkan dalam jumlah dan kualitas tertentu, maka *digester* perlu diatur suhu, kelembapan, dan tingkat keasaman supaya bakteri dapat berkembang dengan baik. (Suyitno, dkk., 2010:1).

Komponen utama biogas adalah gas metan, disamping gas-gas lain. Metan merupakan senyawa kimia dengan rumus molekuler  $CH_4$ . Metan termasuk golongan alkana sederhana dan komponen utama dari gas alami. Gas metan tidak berwarna dan tidak berbau pada temperatur ruang dan tekanan standar. Sebagai gas, gas metan bersifat mudah terbakar dengan konsentrasi 5-15% di udara namun metan tidak beracun (Sukmana, 2011:56). Jenis bahan organik yang digunakan dapat berpengaruh terhadap lama waktu fermentasi oleh bakteri. Peralnya, masing-masing jenis bahan memiliki total padatan yang berbeda. Secara umum urutan kandungan bahan organik berdasarkan lamanya waktu penguraian yaitu gula, protein, lemak, hemiselulosa, dan lignin (Wahyuni, 2011b:24)

Pemilihan jenis biodigester disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan pembiayaan/ finansial. Dari segi konstruksi, biodigester dibedakan menjadi: Fixed dome – Biodigester ini memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan dalam reaktor (biodigester). Karena itu, dalam konstruksi ini gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor. Floating dome – Pada tipe ini terdapat bagian pada konstruksi reaktor yang bisa bergerak untuk menyesuaikan dengan kenaikan tekanan reaktor. Pergerakan bagian reaktor ini juga menjadi tanda telah dimulainya produksi gas dalam reaktor

biogas. Pada reaktor jenis ini, pengumpul gas berada dalam satu kesatuan dengan reaktor tersebut (Krisno dan Muazzidin, 2014).



Gambar 18. Limbah Cair

Daur ulang limbah ternak mempunyai peranan penting dalam mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Limbah ternak sebagai hasil akhir dari usaha peternakan memiliki potensi untuk dikelola menjadi pupuk organik seperti kompos yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan daya dukung lingkungan, meningkatkan produksi tanaman, meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan. Pemberian berbagai jenis kompos limbah padat kotoran ternak dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah Vertisol dan meningkatkan daya dukungnya lingkungan sehingga pemanfaatannya sebagai lahan pertanian akan dapat meningkatkan produksi tanaman. (Suwahyono, 2011 dan Mulyono, 2015).

Daya dukung lingkungan hidup sesuai



Penyediaan pupuk organik penting untuk diupayakan untuk menjaga keseimbangan pemakaian pupuk anorganik dan organik. Beberapa manfaat pupuk organik bagi tanah adalah meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur dan porositas tanah. Selain itu, pupuk organik juga dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme tanah yang menguntungkan. Bagi tanaman, pupuk organik bermanfaat dalam meningkatkan produksi tanaman serta dapat mengendalikan penyakit tanaman. Penggunaan pupuk organik juga aman bagi manusia dan lingkungan.

Limbah cair/kotoran cair yang digunakan sebagai pupuk organik lebih mudah terserap oleh tanaman karena senyawa kompleks yang terkandung di dalamnya sudah terurai dan dalam bentuk cair, sehingga mudah diserap oleh akar maupun daun. Pupuk cair diperoleh dari proses fermentasi dari padatan terlebih dahulu, dilanjutkan dengan proses ekstrak dan fermentasi cair secara aerob. Pada proses fermentasi peranan mikroorganisme sangat penting. Penambahan mikroorganisme pada awal sebagai aktivator untuk membantu proses degradasi bahan organik menjadi bahan yang sederhana yang mudah diserap oleh tanaman (Yulia A. Hadayati, dkk. 2011).



Gambar 19. Instalasi Biogas dengan Kandang Sapi

Penampungan kotoran cair Saluran kotoran



**Gambar 20. Sumur sebagai sumber air untuk pencampur kotoran**

Kadar air yang terkandung dalam bahan yang digunakan harus tepat. Jika hasil biogas harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, maka bahan yang digunakan berbentuk kotoran sapi kering diperlukan penambahan air. Air berperan sangat penting di dalam proses biologis. Penambahan air jangan terlalu banyak (berlebihan) juga jangan terlalu sedikit (kekurangan). Peletakan posisi *digester* dimungkinkan berpengaruh dalam proses biologis dan tekanan gas yang dihasilkan, dikarenakan adanya perbedaan luas permukaan *slurry* yang ada di dalam *digester* ( Achmad Sholeh, dkk., 2012).

#### **G. Pelaksanaan FGD 2**

Pemanfaatan biogas yang dihasilkan dan penggunaannya bagi masyarakat. Sebagai pengganti gas LPG yang dipakai selama ini berdasarkan hitungan menunjukkan bahwa

1 ekor = 10-15 kg kotoran/hari

1 kg = 0,023 – 0,04 m<sup>3</sup> biogas

15 kg = 0,04 x 15 = 0,6 m<sup>3</sup> biogas

data....1m<sup>3</sup> = 0,48 lt minyak tanah

0,6 m<sup>3</sup> = 0,36lt minyak tanah

1 kel (4 orang) = 0,75 lt/hari

Jadi jml sapi = 0,75 / 0,36 = 2 ekor sapi



Gambar 21. Pelaksanaan FGD

Perubahan temperatur akan mengakibatkan bakteri yang terdapat dalam digester menjadi tidak optimal atau bahkan mati. Sedangkan penggunaan penampung gas secara floating drum yakni dimaksudkan agar dapat diamati produksi biogas yang dihasilkan, dengan dihitung kenaikan penampung gas

yang diakibatkan oleh tekanan gas yang berada dalam penampung gas tersebut. Instalasi yang dibangun meliputi saluran inlet, digester, saluran outlet dan penampung gas. Untuk mencegah timbulnya kerak pada dasar digester dan lapisan atas slurry, maka dibuat sebuah pengaduk manual. Hal ini dikarenakan lapisan kerak dapat mencegah gas yang akan keluar dari digester. Lapisan kerak tersebut dapat mempengaruhi perkembangan mikroorganisme yang erat hubungannya dengan produksi biogas. Pengadukan juga memberikan kondisi temperatur yang homogen dalam digester. Pengadukan pada 72 Instalasi Biogas Kotoran Sapi digester dapat meningkatkan produksi gas sebesar 10 – 15% dibandingkan dengan yang tidak diaduk. Untuk menghilangkan H<sub>2</sub>O yang ikut dalam aliran gas maka perlu adanya water trap. Perangkat H<sub>2</sub>O biogas akan dilewatkan melalui pipa T yang terhubung dengan tabung air. Uap air yang ikut bersama biogas diharapkan turun melalui pipa ke tabung penampung air (Krisno dan Muaizuddin, 2014).



Insta

**Gambar 21. Instalasi Pembuatan Biogas**

Pada penelitian Mirah (2016) menunjukkan perbandingan pemakaian biogas, kayu bakar dan minyak tanah erlihat pad table berikut:

Tabel 6. Perbandingan Penggunaan Biogas, Kayu bakar dan Minyak tanah

Jenis Bahan Bakar	Volume Air	Waktu (menit)	Volume Bahan Bakar	Harga (Rp)
Biogas	2 liter	15	95.066,64 ml	-
Kayu bakar	2 liter	15	280 ml	1.800
Minyak Tanah	2 liter	11	0,5kg	4.200

Tabel 6 diatas menunjukkan bahwa untuk memasak dua liter air, menggunakan biogas dan minyak tanah membutuhkan waktu yang sama, tetapi volume bahan bakar yang digunakan untuk ketiga bahan bakar biogas paling sedikit, sehingga pemakaian biogas lebih irit.

**Tabel.7. Nilai Kesetaraan Biogas dan Energi**

Nilai kesetaraan biogas dan energi yang dihasilkannya Aplikasi	1 m <sup>3</sup> biogas setara dengan
Penerangan	60-100 watt lampu bohlam selama 6 jam
Memasak	Memasak 3 jenis makanan untuk 5-6 orang
Pengganti bahan bakar	0,7 kg minyak tanah
Tenaga	Menjalankan 1 motor tenaga kuda selama 2 jam
Pembangkit tenaga listrik	Menghasilkan 1,25 kwh listrik

(Kristoferson dan Bokalders, 1991).

Dari penelitian Kristoper menunjukkan bahwa biogas sebagai sumber energi terbarukan banyak yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar.

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian di Serpong telah mengkaji pemanfaatan energi biogas dari kotoran sapi untuk lampu penerangan dan kompor gas. Ternyata biogas layak secara teknis dan ekonomis. Biogas juga telah dikaji untuk pembangkit listrik. (Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Situgadung, 2007). Jumlah ternak sapi yang dimiliki oleh Peternakan *BBG* adalah 223 ekor. Terdiri dari sapi perah, jantan dan pedet. Namun karena limbah padat tidak hanya diolah dengan digester menjadi biogas tetapi juga dikomposkan maka yang selama ini berjalan adalah dengan kapasitas digester 4m<sup>3</sup> hanya terisi 2 arko atau 132 kg kotoran dari sapi perah saja yang diolah menjadi biogas.

Biogas yang dihasilkan pun hanya untuk memenuhi kebutuhan sebagai bahan bakar kompor gas saja dan tidak dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik pada lampu penerangan dan mesin yang menggunakan energi listrik

lainnya. Menurut informan petugas biogas yang ada biogas yang dihasilkan pernah diaplikasikan sebagai sumber energi lampu penerangan kandang sebelum mengalami kemacetan dan kerusakan pada digester akibat penyumbatan di dalam digester akibat kandungan feses yang mengandung bungkil kelapa sawit yang masa jenisnya lebih berat sehingga tidak dapat terangkat dan mengendap ditangkai. Sampai dengan sekarang belum diaplikasikan kembali biogas sebagai sumber energi lampu penerangan kandang (Fianda Revina Widyastuti, tt).

Penelitian Ipaghan. dkk., menunjukkan bahwa dengan memvariasikan jumlah debu gergaji yang dicampur dengan kotoran sapi dan hyacinth air dalam air sangat penting untuk menghasilkan jumlah biogas maksimum dalam periode 64 hari dengan suhu lingkungan rata-rata 30°C. Hasil menunjukkan bahwa ada keberadaan bakteri penghasil biogas dan bahwa kondisi untuk produksi biogas tercapai dalam periode percobaan yang diberikan (Ipeghap. 2013).

Tabel 8. Pemanfaatan Biogas

Pemanfaatan Biogas	Referensi	Hasil pengukuran
- Lampu penerangan (m <sup>3</sup> / jam)	0,11 – 0,15 (penerangan setara dengan 60 watt	0,15 – 0,3 Tekanan = 30 – 60 mmH <sub>2</sub> O
- Kompor gas (m <sup>3</sup> / jam)	lampu bohlam $\cong$ 100 candle	0,2 – 0,4
- Energi listrik	power $\cong$	Tekanan = 60 – 85 mmH <sub>2</sub> O
Algen gas generator (700 W)	620 lumen). Tekanan: 70 – 85 mm H <sub>2</sub> O	0,55 m <sup>3</sup> biogas/kwh
Algen gas generator (1.500 W)	0,2 – 0,45 0,3 m <sup>3</sup> /orang/hari	0,40 m <sup>3</sup> biogas/kwh 100 ml solar,
Modifikasi diesel engine 6HP (3000 W)	Tekanan: 75 – 90 mmH <sub>2</sub> O 0,5 m <sup>3</sup> biogas/kwh 0,35 m <sup>3</sup> biogas/kwh	0,39 m <sup>3</sup> biogas/kwh

	perbandingan solar : biogas = 10 : 90	
--	--	--

Sumber (Anonim, 2011)

Hasil biogas dari substrat apa pun sangat tergantung pada rasio C / N dari bahan, konsentrasi, pH, dan suhu. Biogas yang terdiri dari metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan mungkin memiliki sejumlah kecil hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), uap air dan beberapa gas lainnya. Gas metana, hidrogen, dan karbon monoksida (CO) yang dihasilkan, dapat terbakar atau teroksidasi dengan oksigen. Energi yang dilepaskan ini memungkinkan biogas untuk digunakan sebagai bahan bakar. Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar di negara mana pun untuk tujuan pemanasan apa pun, seperti memasak (Dioha, *et.al.*, 2013).

## **BAB V**

### **PENUTUP**



## **A. Kesimpulan**

Pelaksanaan pengabdian berbasis riset di Desa Sijung kang menghasilkan biogas yang dapat digunakan sebagai sumber energi yang terbarukan. Dari puluhan sapi dan yang akan bertambah setiap tahunnya sangat efektif digunakan sebagai sumber biogas disamping dapat menghasilkan kompos dan pupuk cair sebagai pupuk organik yang akan menggantikan keberadaan pupuk anorganik yang efeknya dapat merusak tanah.

Keikutsertaan masyarakat dalam pembuatan biogas diharapkan untuk dapat melanjutkan pembuatan di lokasi-lokasi lain dan dengan penambahan sapi dan kotorannya. Pnambahan income masyarakat akan lebih terasa dengan pemanfaatan maksimal dari limbah yang ada. Selain kelestarian lingkungan akan tercaga juga akan dapat menambah penghasilan dari masyarakat. Antusias masyarakat dalam mengikuti berbagai kegiatan yang dilaksanakan baik diskusi/pertemuan, penyuluhan, FGD dan juga pembuatan instalasi biogas dilaksanakan bersama-sama dengan masyarakat.

Biogas yang dihasilkan dengan perbandingan terbaik antara kotorsan sapi dengan air adalah 1 :2. Perbandingan ini yang diteruskan untuk pembuijungkang.Kegiatan pengabdian yang berbasis riset yang dilakukan hari ini diharapkan akan terus berlanjut dengan kesadaran masyarakat akan pencegahan lingkungan untuk kesehatan dan juga untuk menambah pendapatan.

## **B. Saram**

Dari beberapa hasil yang diamati maka disarankan untuk peneliti atau pengabdi salunnya untuk :

1. Melanjutkan pembuatan pupuk kompos dan pupuk cair yang bernilai guna dan dapat dipasarkan komersial

2. Membuat kompos dari sumber limbah lain misalnya sisa makana atau sayur-sayuran busuk dan lainnya.,

## DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, B. S. U. I., & Ismail, N. 2012. Anaerobic Digestion of Cow Dung for Biogas Production. *ARN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 7(2), 169-172.
- Ade Hendraputra, dkk. 2017. *Membangun Energi Baru Terbarukan*, Jakarta: Sustaining Panership.
- Agus Afandi, dkk, 2016. *Modul Participatory Action Reseach, (PAR)* (UIN Sunan Ampel Surabaya: Lembaga Pengabdian Masyarakat (LPM) .
- Achmad Sholeh , Sunyoto, Dony Hidayat Al-Janani. 2012. Analisis Komposisi Campuran Air dengan Limbah Kotoran Sapi dan Peletakan Posisi Digeter Terhadap Gas yang Dihasilkan. *Journal of Mechanical Engineering Learning*. JMEL 1 (1) (2012).
- Akbar Wahyudi, Iskandar. 2013. Pengaruh Komposisi Air dalam Pembentukan Biogas dan Eceng Gondok Pembentukan Biogas dari Eceng Gongok Waduk X Kota Padang Panjang dan Feses Sapi. *Teknika*. Vol. 20 No. 1 April 2013, 7-11.
- Anonim. 2011. Biogas Pembuatan Kontruksi, Operasional dan Pemeliharaan Instalasinya. *Agroinovasi. Badan Litbang Pertanian*. No.3408 Tahun XLI
- Aremu, M .O.and Agarry. 2012. Comparison of Biogas production from Cow dung and Pig dung under Mesophilic condition. *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)*, Vol. 1, No. 4, 16-21.
- Arie Dp. Mirah, dkk. 2016. Feses Ternak Sapi Sebagai Penghasilan Biogas (Beef Cattle Feces As Producing Biogas). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. Vol. 3 No.1, 1-9.
- Djoko Wahyudi1), ING Wardana2), Nurkholis Hamidi2), Pengaruh Kadar Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan Nitrogen (N<sub>2</sub>) Pada Karakteristik Pembakaran Gas Metana, *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.3, No. 1 Tahun 2012 : 241
- Faizal, M., Maftuchah, U., & Auriyani, W. A. 2013. *Pengaruh Kadar Metanol, Jumlah Katalis, dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Biodiesel dari Lemak Sapi Melalui Proses Transesterifikasi*. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4).
- Imam Kholiq. 2005. Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM, *Jurnal IPTEK*, Vol.19 No. 2, 75-91.

- Ipeghan J. Otaraku and Evelyn.V. Ogedengbe. Biogas Production from Sawdust Waste, Cow Dung and Water Hyacinth-Effect of Sawdust Concentration, *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAEM)* Vol 2, No. 6, Tahun 2013
- Kristoferson dan Bokalders. 1991. Penanganan dan pemanfaatan limbah padat. Penerbit
- Latifah Hanum Damanik, dkk. 2014. *Pemanfaatan Feses Ternak Sapi Sebagai Energi Alterhatif Biogas Bagi Rumah Tangga dan Dampaknya terhadap Lingkungan*. Vol 4 No. 1, 22 Desember 2014, 54-63.
- Latinwo, G.K. and Agarry, S.E. (2015). Modelling the Kinetics of Biogas Production from Mesophilic Anaerobic Co-Digestion of Cow Dung with Plantain Peels. *International Journal of Renewable Energy Development* 4(1) 2015: 55-63.
- LPM IAIN Sunan Ampel Surabaya. 2008. Modul Pelatihan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Transformatif IAIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya : LPM IAIN Sunan Ampel.
- Lubis, A. 2007. Energi Terbarukan dalam Pembangunan Berkelanjutan. *J. Tek.Ling.* Vol.8 No.2, 155-162.
- Matheri, A.N. Belaid, M., Seodigeng, T., and Ngila, C. J. (2016). The Kinetic of Biologi Biogas Rate from Cow Dung and Grass Clippings.
- M. A. Krisno Bidianto dan Muazuddin. 2014. Instalasi Biogas Kotoran Sapi. Malang: UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang.
- Poschl, M., Ward, S., & Owende, P. 2010. *Evaluation of Energy Efficiency of Various Biogas Production and Utilization Pathways*. *Applied energy*, 87(11), 3305-3321.
- Rizki Amalia Rachmawati<sup>1</sup>, Wahjoedi, Sri Umi Mintarti Widjaja, Makna Biogas Sumber Energi Rumah Tangga, *Jurnal Pendidikan*: Vol. 2 No: 4 Bulan April Tahun 2017, : 487—493.
- Saputro, R. R., Putri, D. A., & Artanti, D. 2009. *Pembuatan Biogas dari Limbah Peternakan*, <http://eprints.undip.ac.id/3215/>.
- Sivaramakrishnan, K., & Ravikumar, P. 2011. *Determination of Higher Heating Value of Biodiesels*. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 3(11), 7981-7987.

- Sri Wahyuni. 2013. *Biogas*. Jakarta: P.T. Agro Media Pustaka.
- Sugi Rahayu, Dyah Purwaningsih, dan Pujianto. 2009. *Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan Beserta Aspek Sosio Kulturalnya*”, *Inotek*, Vol. 13, No. 2, Agustus 2009..
- Sukmana, R.W., dan Anny Muljatiningrum. 2011. *Biogas dari Limbah Ternak*. Bandung: Nuansa..
- Suwahyono, U. 2011. *Petunjuk Praktis Penggunaan Pupuk Organik Secara Efektif dan Efisien*. Penebar Swadaya. Depok.
- Suyitno, Muhammad Nizam dan Dharmanto. 2010. *Teknologi Biogas, Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Roosganda Elizabeth dan S. tt.Rusdiana. Efektiv Pemanfaatan Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar dalam Mengatasi Biaya Ekonomi dalam Keluarga di Pedesaan, 220-234.
- Tuti Hariati. 2006. *Biogas: Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Jurnal Wartazoa, Vol. 16, No.3, 2006.
- Ukpai, P. A., & Nnabuchi, M. N. 2012. *Comparative Study of Biogas Production From Cow Dung, Cow Pea and Cassava Peeling Using 45 Litres Biogas Digester*. *Advances in Applied Science Research*, 3(3), 1864-1869).
- Yulia A. Hadayati, dkk. 2011. Kualitas Pupuk Cair Hasil Pengolahan Feses Sapi Potong Menggunakan *Sacharomyces cereviceae* (*Liquid Fertilizer Quality Produced by Beef Catle Feses Fermentation Using Sacharomyce Cereviceae*). *N Jurnal Ilmu Ternak*. Vol. 11, No.2, 104-107.
- Yusuf Saefulhak, 2017, *Energo Terbaru: Energi untuk Kini dan Nanti*, IESR.
- Widarto, L dan F. X. Sudarto. 1997. *Membuat biogas*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Weiland, P. 2010. *Biogas Production: Current State and Perspectives*. *Applied Microbiology and biotechnology*, 85(4), 849-860.
- Wiwaha Anas Sumadja, Zubaidah, Heru Handoko. 2015. *Teknologi Biogas Pada Peternakan Sapi*
- Wiwien Widaningsih, *Partisipasi Masyarakat Melalui Desa Mandiri Energi Berbasis Biogas Limbah Ternak Sapi di Desa Haurngombang Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang*, *Jurnal Ilmu Administrasi*, Vol. 11 No. 1, April 201

