

**KAJIAN EKONOMI PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK RUMAH
TANGGA MENJADI BIOGAS DAN PUPUK CAIR**

Skripsi

Oleh

ANDARA AULIA



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

ECONOMIC EVALUATION OF HOUSEHOLD ORGANIC WASTE UTILIZATION FOR BIOGAS AND LIQUID FERTILIZER

By

ANDARA AULIA

Household organic waste comes from food scraps or kitchen preparations, pieces and remnants of vegetables, skin pieces and rotting fruits. Household organic waste can use biogas that can be used as an alternative fuel to replace Liquified Petroleum Gas (LPG) because of its high calorific value and nutritional value for microbes. Biogas processing from household organic waste could be energy generated, increased income, and increase agricultural yields due to effluent utilization. The purpose of this study was to determine the economic value of the use of household organic waste as a substitute for LPG and liquid fertilizer. The conduct of economic study using the analysis of Break-Even Point (BEP), Pay Back Period (PBP), Net Present Value (NPV), and Internal Rate of Return (IRR). The economic value of using household organic waste as fuel to replace LPG and liquid fertilizer shows the value of BEP (10kg LPG and 80.38L liquid fertilizer), PBP (5 months 14 days), NPV (Rp 8,086,626.20), and IRR (30.59%).

Keywords: Household Organic Waste, Biogas, Economic Value.

ABSTRAK

KAJIAN EKONOMI PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA MENJADI BIOGAS DAN PUPUK CAIR

Oleh

ANDARA AULIA

Sampah organik rumah tangga merupakan sampah yang berasal dari sisa makanan atau olahan dapur, potongan dan sisa sayuran, potongan kulit serta buah-buahan yang sedang membusuk. Sampah organik rumah tangga dapat dimanfaatkan sebagai biogas yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif pengganti Liquefied Petroleum Gas (LPG), karena nilai kalor yang tinggi dan memiliki nilai gizi bagi mikroba. Pengolahan biogas dari sampah organik rumah tangga dapat menghasilkan energi, pendapatan tambahan dan hasil samping yang dapat meningkatkan hasil pertanian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai ekonomi dari pemanfaatan sampah organik rumah tangga sebagai bahan bakar pengganti LPG dan pupuk cair. Kajian ekonomi dilakukan menggunakan analisis *Break Even Point* (BEP), *Pay Back Periode* (PBP), *Net Present Value* (NPV), dan *Internal Rate of Return* (IRR). Nilai ekonomi dari pemanfaatan sampah organik rumah tangga sebagai bahan bakar pengganti LPG dan pupuk cair menunjukkan nilai BEP (10kg LPG dan 80,38 pupuk cair), PBP (5bulan 14hari), NPV (Rp 8.086.626,20), dan IRR sebesar (30,59%).

Kata kunci : Sampah Organik Rumah Tangga, Biogas, Nilai Ekonomi.

**KAJIAN EKONOMI PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK RUMAH
TANGGA MENJADI BIOGAS DAN PUPUK CAIR**

Oleh

ANDARA AULIA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **KAJIAN EKONOMI PEMANFAATAN
SAMPAH ORAGIK RUMAH TANGGA
MENJADI BIOGAS DAN PUPUK CAIR**

Nama Mahasiswa : **Andara Aulia**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1754231007**

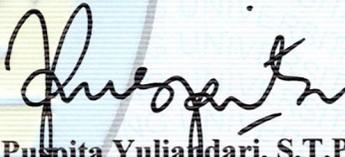
Program Studi : **Teknologi Industri Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T.
NIP 19640106 198803 1 002


Puspita Yulianidari, S.T.P., M.si
NIP 19810702 201504 2 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A
NIP 19721006 199803 1 005

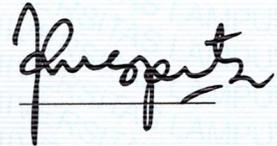
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

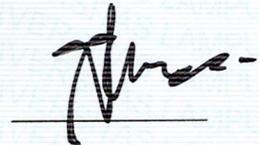
Ketua : Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T.



Sekretaris : Puspita Yuliandari, S.T.P., M.Si.



Pembahas : Ir. Ribus Sugiharto, M.Sc

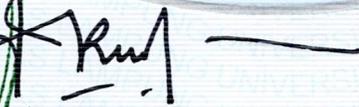


2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Oktober 2021

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Andara Aulia NPM 1754231007

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pengetahuan dan data yang telah saya dapatkan. Karya ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah dari hasil plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Oktober 2021

Pembuat Pernyataan



Andara Aulia

NPM 1754231007

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Metro pada tanggal 09 Mei 1999 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Almidi dan Ibu Dewi Ayati. Penulis mengawali pendidikan formal di Taman Kanak-Kanak di TK Pertiwi Teladan, Kota Metro diselesaikan pada tahun 2005. Penulis kemudian melanjutkan sekolahnya di Sekolah Dasar di SD Pertiwi Teladan, Kota Metro yang diselesaikan pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Kota Metro yang diselesaikan pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 3 Kota Metro yang diselesaikan pada tahun 2017.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Perguruan Tinggi Negeri – Barat (SMMPN – Barat) pada tahun 2017. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada Januari-Februari 2020 di Desa Kahuripan Dalam, Kecamatan Menggala Timur, Kabupaten Tulang Bawang. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Sugar Labinta, Tanjung Sari, Lampung Selatan, dengan judul “ Analisis *Yeast* dan *Mold* pada *Finish Product* Gula Rafinasi Di PT. Sugar Labinta Lampung Selatan”.

Penulis juga aktif di organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (HMJ THP) di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung periode 2019-2020 sebagai Anggota Bidang Seminar dan Diskusi dan ikut berperan aktif dalam setiap kegiatan yang dilaksanakan pihak jurusan. Penulis juga ikut serta sebagai volunteer dalam acara ASIAN GAMES pada tahun 2018.

*Bismilahirrahmanirrahim dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang,
Segala puji hanya milik Allah.
Sungguh tiada daya dan upaya melainkan karena pertolongan Allah sehingga skripsi ini mampu diselesaikan.*

*Sebuah karya kecil dan sederhana ini kupersembahkan kepada :
Mama dan Papa telah melalui banyak perjuangan dan rasa sakit. Tapi saya berjanji tidak akan membiarkan semua itu sia-sia. Saya ingin melakukan yang terbaik untuk setiap kepercayaan yang diberikan. Saya akan tumbuh, untuk menjadi yang terbaik yang saya bisa. Pencapaian ini adalah persembahan istimewa saya untuk mama dan papa.*

”Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(Q.S. Al-Mujadalah ayat 11)

“Berpikir merupakan hal yang sulit dilakukan, oleh sebab itu hanya sedikit orang yang bisa melakukannya”

(Henry Ford)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyiroh : 4-5)

”Mama yakin adek BISA”

(Mama)

SANWACANA

Alhamdulillah robbil'aalaamiin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ Kajian Ekonomi Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga menjadi Biogas dan Pupuk Cair”.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S-1) dalam memperoleh gelar pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih atas segala dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak selama proses studi dan juga selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan kemudahan dalam proses penyelesaian skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T., selaku Pembimbing Pertama dan Pembimbing Akademik – atas ketulusan hati, kesabarannya dalam membimbing penulis dan memberikan motivasi, arahan, serta ilmu yang diberikan selama masa studi dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Puspita Yuliandari, S.T.P., M.Si., selaku Pembimbing Anggota – atas kebaikan, bimbingan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Bapak Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc., Pembahas - yang telah memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi, bimbingan, saran, dan perbaikannya.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung – atas keikhlasan dalam memberikan ilmunya dan memberikan banyak pembelajaran yang banyak diadopsi oleh penulis.
7. Bapak dan ibu staf administrasi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Mama, Papa, beserta keluarga besarku – atas semua kasih sayang, nasehat, dukungan, dan keceriaan di keluarga serta do'a tulus yang selalu tercurah tiada henti bagi penulis.
9. Ola Aldeva Fenchia sebagai kakak terbaik yang selalu memberikan arahan dan dukungan terbaiknya.
10. Rekan seperjuangan di Laboratorium Limbah Pengelolaan Limbah Agroindustri Radya Yogautami dan Annisa Nur Fadhilah, terimakasih atas kerjasama dalam penyusunan skripsi, kebersamaan dan suka duka penelitian, sayang kalian.
11. Pak Joko, Mba Mawar, Mba Wanda, Kak Duta, dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
12. Sahabat-sahabatku Alda Sapphira, Shinta Oktarini, Rahmatina Fajaria Bioria, Edola Ratu, Annisa Gusmirna atas dukungan, suka duka perkuliahan serta kebersamaannya, sangat menyenangkan bisa bersama kalian.
13. Teman-teman FRIFOR yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
14. Daril Galih Kusumo dan ibu yang telah mendampingi, memberi dukungan dan semangat, serta membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
15. Teman-teman THP dan TIP angkatan 2017. Terimakasih atas do'a, kenangan, motivasi dan kebersamaannya.
16. Terima kasih untuk diriku sendiri, terima kasih tidak pernah menyerah dengan keadaan, terima kasih sudah mau bangkit lagi walaupun rasanya sulit, tapi kamu akan lihat bahwa kamu kuat bisa melewatinya. Just dont give up, everything its gonna be fine!

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk karya yang lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Bandar Lampung, November 2021

Penulis,

Andara Aulia

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	iii
----------------------------	-----

DAFTAR TABEL	iv
---------------------------	----

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Liquefied Petroleum Gas (LPG).....	6
2.2. Biogas	7
2.3. Manfaat Biogas.....	8
2.4. Pupuk Organik Cair	9
2.5. Reaktor Biogas	10
2.6. Break Event Point (BEP).....	13
2.7. Pay Back Periode (PBP).....	14
2.8. Net Present Value (NPV)	15
2.9. Internal Rate of Return (IRR).....	16

III. METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2. Alat dan Bahan	17
3.3. Metode Penelitian.....	17

3.3.1.	Metode Pengumpulan data.....	18
3.4.	Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1.	Pengamatan	19
3.4.2.	Analisis Ekonomi	20

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Pemanfaatan Biogas Sebagai Bahan Bakar Pengganti <i>Liquefied</i>	24
	<i>Petroleum Gas (LPG)</i>	24
4.2.	Pemanfaatan Effluent Sebagai Pupuk Organik Cair	26
4.3.	Analisis Ekonomi	27
4.3.1.	Biaya Operasional	27
4.3.2.	Penerimaan	29
4.4.	Pembahasan	32

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan.....	37
5.2.	Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Penggunaan Liquefied Petroleum Gas	2
2. Diagram alir kerangka pemikiran	5
3. Digester Biogas Tipe <i>Fixed-Dome</i>	10
4. Digester Tipe <i>Floating Drum</i> (Terapung)	11
5. Digester Biogas tipe Balon	12
6. Digester Tipe <i>Fiberglass</i>	13
7. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	23
8. Analisis Harga Pupuk Cair	34
9. Wawancara Pengusaha Bioreaktor	47
10. Bahan Fiber	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Biaya Produksi	18
2. Penerimaan	18
3. Biogas dibandingkan dengan bahan bakar lain	19
4. Analisis Pupuk Cair	26
5. Hasil Perhitungan Penerimaan	28
6. Hasil Perhitungan Biaya Operasional	29
7. Rincian Biaya Tetap	32
8. Biaya Variabel	33
9. Penerimaan Harga Pupuk Cair Tidak Dimanfaatkan	35
10. Biaya Tetap Penggunaan Bioreaktor Sederhana dan Crusher Manual ...	36

I. PENDAHULUAN

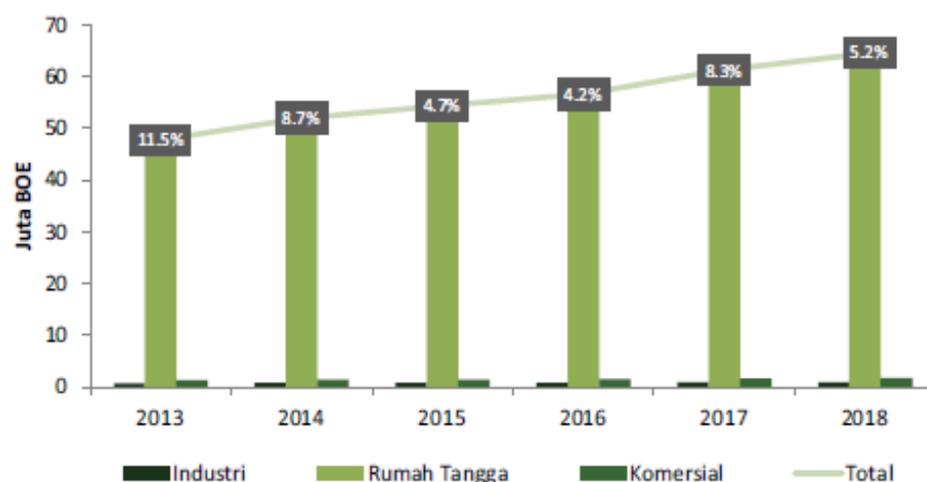
1.1. Latar Belakang

Sampah organik rumah tangga merupakan sampah yang berasal dari sisa makanan atau olahan dapur, potongan dan sisa sayuran, potongan kulit serta buah-buahan yang sedang membusuk. Sampah organik rumah tangga merupakan sumber energi yang belum dimanfaatkan. Pengelolaan sampah yang tidak memadai seperti pembuangan yang tidak terkontrol menyebabkan beberapa konsekuensi yang merugikan. Hal ini tidak hanya menyebabkan pencemaran air, namun juga menimbulkan berbagai macam penyakit, dan mengeluarkan bau tak sedap. Selain itu, sampah organik rumah tangga merupakan bahan organik yang memiliki nilai kalori tinggi dan nilai gizi bagi mikroba sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi metana (Patil *et al.*, 2019).

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang sekarang banyak dikembangkan karena menggunakan bahan baku yang bersifat organik dan ramah lingkungan. Biogas juga dinilai sangat berpotensi sebagai sumber energi alternatif karena nilai kalornya yang cukup tinggi yaitu sebesar 4.800-6.700 kkal/m³ (Harahap,1980). Biogas adalah gas yang dihasilkan dari aktivitas mikroba secara anaerobik pada bahan-bahan organik yang dapat diuraikan. Pada umumnya hampir semua bahan organik yang ada dapat diproses menjadi biogas. Menurut Hermawan *et al.* (2007), di Indonesia nilai potensial pemanfaatan biogas ini akan terus meningkat karena adanya jumlah bahan baku biogas yang melimpah. Salah satu bahan baku pembuatan biogas adalah sampah organik rumah tangga.

Seiring dengan menurunnya ketersediaan sumber energi fosil yang bersifat tak terbarukan, maka arah perekonomian bergeser menjadi perekonomian energi. Energi seperti darah pada manusia dalam suatu negara. Semua aspek kehidupan memerlukan energi, baik dalam bentuk primer ataupun sekunder. Berdasarkan data yang ada dalam Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pemakaian migas Indonesia sebanyak 47% dikonsumsi oleh sektor transportasi, 22% oleh sektor rumah tangga, 22% oleh sektor industri, dan 9% pembangkit listrik. Pemakaian migas dalam sektor rumah tangga digunakan dalam bentuk yang telah dikonversi, yaitu *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) (Pradnyana, 2016).

LPG merupakan gas hidrokarbon yang dicairkan dengan tekanan untuk memudahkan penyimpanan, pengangkutan dan penanganannya (Syukur, 2011). LPG biasa digunakan sebagai bahan bakar dalam memasak karena bersifat aman dan mudah menguap (Bin Hashim, 2008). Berdasarkan Dewan Energi Nasional (DEN) Tahun 2019 penggunaan LPG di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 47,8 Juta BOE dan meningkat menjadi 63,7 Juta *Barrel Oil Equivalent* (BOE) pada tahun 2018. Perkembangan konsumsi LPG digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) (Sumber: HEESI, 2018)

LPG berasal dari gas alam yang terbentuk dari proses pelapukan mikroorganisme yang terkubur di bawah tanah sejak berjuta-juta tahun yang lalu. Gas ini

merupakan jenis gas alam yang berasal dari pengolahan minyak bumi atau minyak mentah (Kementerian ESDM, 2011). Penggunaan gas alam sebagai bahan bakar akan menyebabkan dampak negatif pada lingkungan seperti pemanasan global yang terjadi karena kebocoran metana pada saat pengeboran dan ekstraksi gas alam. Gas alam merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbarui, sehingga ketersediaannya semakin berkurang. Kholiq (2015) menyatakan bahwa salah satu kekayaan sumber daya energi di Indonesia yaitu biogas. Biogas dapat menggantikan ketergantungan terhadap penggunaan gas alam yang semakin terbatas baik jumlah dan cadangannya.

Pengolahan biogas sampah organik rumah tangga dapat menghasilkan keuntungan dalam sektor lingkungan. Keuntungan yang didapat dalam sektor lingkungan adalah mengurangi penggunaan bahan bakar fosil sehingga meminimalkan gas efek rumah kaca, dan mampu menguraikan sampah organik yang mengandung bakteri, sehingga lingkungan dapat lebih bersih dan sehat serta memperkecil jumlah gas yang dihasilkan oleh timbunan sampah padat (Runtuni dan Dewanti, 2019). Pengolahan biogas dari sampah organik rumah tangga juga menghasilkan manfaat dalam sektor ekonomi mikro melalui energi, sumber pendapatan tambahan, dan peningkatan hasil peternakan dan pertanian. Sampah yang awalnya hanya dibuang, dengan dibangunnya instalasi biogas dapat termanfaatkan dengan baik (Haryanto, 2014).

Biogas juga menghasilkan produk samping atau keluaran dari sisa proses pembuatan biogas yaitu ampas biogas (*Bio-Slurry*) yang dapat digunakan sebagai pupuk organik bagi tanaman. Sharma (2012) mengatakan bahwa sisa keluaran biogas ini telah mengalami fermentasi anaerob sehingga bisa langsung digunakan untuk memupuk tanaman. Pemanfaatan biogas ini diharapkan dapat mengurangi sampah organik rumah tangga, menurunkan level pemanasan global dengan pemanfaatan gas metan sebagai komponen utama biogas, dan menghasilkan residu berupa pupuk organik yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian, Atmodjo (2014) juga mendukung strategi mengatasi ekonomi biaya tinggi rumah tangga (Elizabeth, 2011). Oleh karena itu, untuk penerapan pemanfaatan biogas dan

pupuk organik dari sampah organik rumah tangga tersebut perlu dikaji kelayakan ekonominya.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah menghitung nilai ekonomi pemanfaatan biogas dari sampah organik rumah tangga sebagai bahan bakar pengganti LPG dan pengolahan pupuk organik cair.

1.3. Manfaat Penelitian

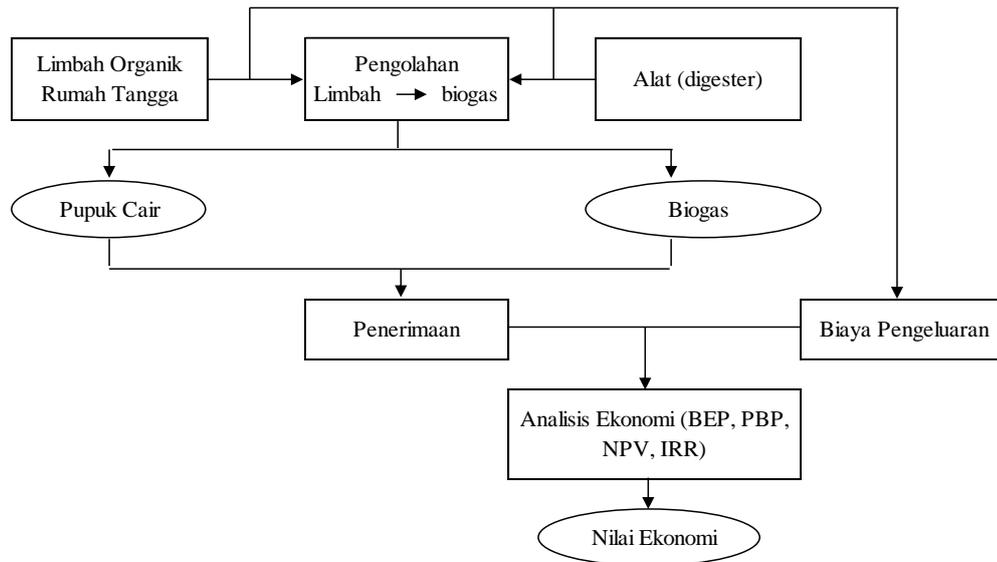
Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi secara teoritis mengenai nilai ekonomi dari pemanfaatan biogas dari sampah organik rumah tangga sebagai bahan bakar pengganti LPG dan pengolahan pupuk organik cair.

1.4 Kerangka Pemikiran

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang sekarang banyak dikembangkan. Selain murah, biogas juga ramah lingkungan. Biogas juga menghasilkan produk samping berupa *Bio-Slurry* yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair. Biogas dapat dihasilkan dari bahan organik seperti sampah organik rumah tangga. Sampah organik rumah tangga merupakan bahan organik yang memiliki nilai kalori dan nilai gizi yang tinggi bagi mikroba (Patil *et al.*, 2019). Namun sebagian besar sampah organik rumah tangga dibuang di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang menyebabkan bahaya kesehatan dan penyakit bagi masyarakat. Potensi bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan yaitu, penyakit diare, kolera, dan tifus dapat menyebar dengan cepat akibat virus yang berasal dari sampah (Saputra, et al. 2020).

Pengolahan biogas dilakukan dengan memasukkan substrat berupa sampah organik ke dalam digester dengan kondisi anaerob, dalam beberapa waktu sampah yang dimasukkan akan menghasilkan gas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Pengolahan biogas dapat menghasilkan manfaat dalam sektor

ekonomi mikro melalui energi berupa biogas, sumber pendapatan tambahan, dan peningkatan hasil pertanian dengan menggunakan pupuk organik. Menurut Gittinger (1986), aspek finansial merupakan kriteria yang perlu dikaji dalam menilai kelayakan pengembangan biogas sebagai energi alternatif. Adapun alur kerangka pemikiran yang akan digunakan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir kerangka pemikiran

Perhitungan ekonomi dilakukan dengan menentukan biaya pengeluaran yang dibutuhkan, seperti biaya tetap, biaya habis pakai, serta menentukan pendapatan yang diperoleh dari pemanfaatan biogas dan hasil sampingnya berupa pupuk organik. Oleh karena itu, dilakukan analisis ekonomi pada penelitian ini untuk melihat kelayakan pada pemanfaatan sampah organik rumah tangga menjadi biogas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

Liquefied Petroleum Gas (LPG) terdiri dari unsur karbon dan hidrogen yang merupakan senyawa hidrokarbon dengan komponen utama C3 dan C4. LPG adalah gas hasil produksi dari kilang migas atau pemisahan gas alam, yang komponen utamanya adalah gas propana dan butana yang dicairkan. Terdapat 3 (tiga) macam LPG yaitu LPG *propane* yang sebagian besar terdiri dari C3, LPG *butane* yang sebagian besar terdiri dari C4, Mix LPG yang merupakan campuran dari *propane* dan *butane*. Penggunaan LPG *butane* biasanya dipergunakan oleh masyarakat umum untuk korek api. LPG *propane* biasanya dipergunakan di industri-industri sebagai pendingin, bahan bakar pemotong, untuk menyemprot cat dan lainnya. LPG mix biasanya dipergunakan oleh masyarakat umum untuk bahan bakar memasak.

LPG terbentuk dengan cara menambah tekanan atau menurunkan suhunya membuat menjadi cairan. Inilah yang kita kenal dengan bahan bakar gas cair. Tekanan uap LPG sebesar 4 - 9 kg/cm² dan nilai kalori :21.000 BTU/lb (48846 KJ/kg) dengan nilai $\rho = 0,6034$ g/ml Perbandingan komposisi, propana (C₃H₈) : butana (C₄H₁₀) = 30: 70. (www.pertamina.com). Secara umum sifat LPG adalah sebagai berikut :

- a. massa jenis gas LPG campuran 1,5 g/cm³,
- b. tidak mempunyai sifat pelumasan terhadap metal,
- c. merupakan *solvent* yang baik terhadap karet, sehingga perlu diperhatikan terhadap kemasan atau tabung yang dipakai,
- d. tidak berwarna baik berupa cairan maupun dalam bentuk gas,
- e. tidak berbau, sehingga untuk keamanan, LPG komersial perlu ditambah zat odor, yaitu *ethyl mercaptane* yang berbau menyengat seperti petai,

- f. tidak mengandung racun,
- g. bila menguap di udara bebas akan membentuk lapisan karena kondensasi sehingga adanya aliran gas,
- h. setiap kilogram LPG cair dapat berubah menjadi kurang lebih 500 liter gas LPG,
- i. LPG menghambur di udara secara perlahan sehingga sukar mengetahuinya secara dini, dan
- j. tekanan gas LPG cukup besar, sehingga bila terjadi kebocoran LPG akan membentuk gas secara cepat, memuai dan sangat mudah terbakar.

(Kartika, 2019).

2.2. Biogas

Biogas adalah gas yang terbentuk dari penguraian bahan organik dalam keadaan anaerobik (Wahyuni, 2011). Komposisi biogas terdiri dari: 50%-80% metana, CO₂, H₂S dan sedikit air, yang dapat dijadikan sebagai pengganti minyak tanah atau *liquefied petroleum gas* (LPG) (BPPT, 1997). Pada proses pembuatan biogas, dibutuhkan rangkaian alat berupa alat pencerna (*digester*), lubang masuk bahan baku, lubang pengeluaran lumpur (*slurry*) hasil pencernaan, dan pipa untuk mengalirkan biogas yang dihasilkan langsung ke kompor maupun untuk penerangan. Pada *digester*, terdapat bakteri metanogen yang mencerna bahan organik secara anaerob untuk menghasilkan biogas, yang selanjutnya dialirkan melalui pipa. Proses anaerob untuk menghasilkan biogas ini dapat dijelaskan dalam 4 tahapan, yakni: hidrolisis, pembentukan asam, pembentukan asetat dan pembentukan metana (Subekti, 2011).

Wahyuni (2008) menyatakan, setiap 1 m³ biogas sebanding dengan 0,46 kg elpiji. Sifat biogas yaitu 20% lebih ringan dari udara dan memiliki suhu pembakaran antara 650°C sampai dengan 750°C, yang apabila dibakar akan menghasilkan nyala api 17 biru seperti gas LPG. Nilai Kalor gas metana adalah 20 MJ/m³ dengan efisiensi pembakaran 60% pada konvensional kompor biogas (Widodo *et al.*, 2006).

Penggunaan biogas sebagai energi alternatif relatif lebih sedikit menghasilkan polusi, disamping berguna menyehatkan lingkungan karena mencegah penumpukan sampah sebagai sumber penyakit, bakteri, dan polusi udara. Keunggulan biogas adalah karena dihasilkan pupuk cair (Abdullah, 1991). Gas metana (CH_4) yang merupakan komponen utama biogas merupakan bahan bakar yang berguna karena mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi.

2.3. Manfaat Biogas

Biogas dapat dimanfaatkan secara langsung atau ditingkatkan dengan cara yang berbeda. Biogas dari *digester* rumah tangga dapat dimanfaatkan dengan dibakar langsung di kompor. Biogas memiliki nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan dengan gas alam ($22 \text{ MJ} / \text{Nm}^3$ vs $31 - 40 \text{ MJ} / \text{Nm}^3$), kebanyakan karena konsentrasi CH_4 dalam biogas lebih rendah ($40 - 70\%$ vs $81 - 89\%$) (Korres, *et al.*, 2013). Biogas bisa dibakar untuk panas atau uap, tetapi penggunaan biogas yang paling umum adalah untuk listrik dan panas dalam unit gabungan panas dan daya, karena biogas lebih efisien. Pada *digester* rumah tangga skala kecil, produk lain juga bisa diperoleh selain biogas, yaitu sebagai pupuk untuk meningkatkan pertanian dan juga digunakan sebagai pakan (Sawatdeenarunat, *et al.*, 2016).

Pengolahan sampah menjadi biogas sangat menguntungkan karena hasil dari pengolahan sampah memiliki manfaat, yaitu:

1. Sebagai sumber energi

Biogas dimanfaatkan sebagai energi pada kompor gas, lampu penerangan, generator listrik skala rumah tangga (Wijayanti, 2008).

2. Mengurangi efek rumah kaca

Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan gas karbondioksida (CO_2) yang ikut memberikan kontribusi efek rumah kaca pada hutan sehingga menghasilkan gas oksigen yang melawan efek rumah kaca (Wijayanti, 2008).

3. Sebagai pupuk berkualitas

Produk samping adalah pupuk organik yang kaya unsur hara yaitu berbagai mineral hara makro dan mikro kebutuhan tumbuhan seperti Fosfor (P), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Kalium (K), tembaga (Cu), Zeng (Zn), dan Nitrogen (N) (Moog, 1997).

Biogas juga dapat diubah menjadi bahan bakar lain dan atau bahan kimia dengan nilai lebih tinggi. Contoh produk bernilai lebih tinggi adalah metanol, dengan metode termokimia atau biologis. Metode termokimia mengubah biogas menjadi metanol dengan reaksi katalitik yang memerlukan peningkatan biogas. Metode biokimia dapat memanfaatkan biogas secara langsung dan menggunakan mikroorganisme, seperti bakteri metanotrofik, yang dapat mengubah CH₄ menjadi metanol (Lembar dkk., 2016). Biogas juga bisa direformasi menjadi *biosyngas* dan selanjutnya diubah menjadi bahan bakar *drop-in* cair melalui sintesis *Fisher-Tropsch* atau fermentasi syngas (Yang dkk., 2014).

2.4. Pupuk Organik Cair

Pupuk cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Pupuk cair memiliki banyak keunggulan bila dibandingkan dengan kompos padat. Pupuk cair lebih cepat meresap ke dalam tanah dan diserap oleh tanaman, lebih praktis digunakan dan proses pembuatannya lebih cepat yaitu 2-3 minggu (Gunawan, 2015). Pupuk organik cair yang baik yaitu mengandung unsur hara makro terutama nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan C-organik, karena unsur-unsur tersebut adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang cukup banyak. Menurut Nur, *et al.* (2016), kandungan unsur hara pupuk cair menggunakan bahan baku sampah organik sayuran menghasilkan dengan kandungan N, P, C –organik masing-masing sebesar 0,19; 0,28; dan 0,38 % dengan waktu fermentasi 17 hari.

Manfaat pupuk cair bagi tumbuhan adalah:

- 1) dapat mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun dan pembentukan bintil akar pada tanaman leguminosae sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara,
- 2) dapat meningkatkan vigor tanaman sehingga tanaman menjadi kokoh dan kuat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, cekaman cuaca dan serangan patogen penyebab penyakit,
- 3) merangsang pertumbuhan cabang produksi,
- 4) meningkatkan pembentukan bunga dan bakal buah,
- 5) mengurangi gugurnya daun, bunga dan bakal buah, dan
- 6) mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan sebagai alternatif pengganti pupuk kandang.

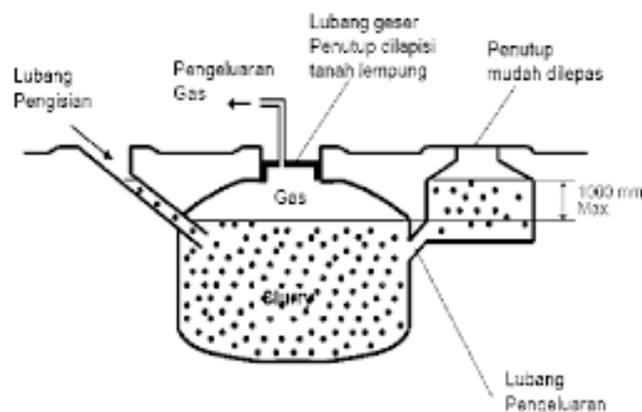
(Rizqiani *et al.*, 2007)

2.5. Reaktor Biogas

Proses pembuatan biogas tidak lepas dari adanya digester yang digunakan untuk menampung kotoran sapi yang akan dikonversikan menjadi energi biogas.

Beberapa jenis digester biogas yang dapat diterapkan untuk skala rumah tangga antara lain :

1. Digester Tipe Kubah Tetap (*Fixed-Dome*)

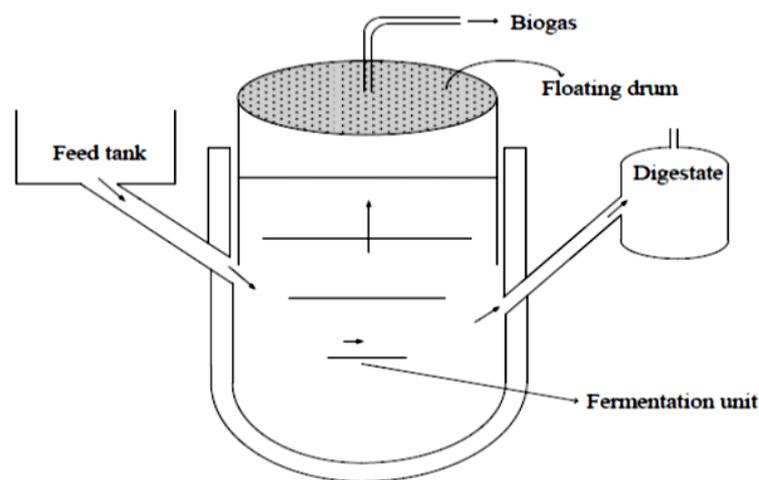


Gambar 3. Digester Biogas Tipe *Fixed-Dome*

Digester ini dibuat pertama kali di China sekitar tahun 1930 sehingga digester ini disebut juga digester China, kemudian digester ini berkembang dengan berbagai model. Digester tipe ini memiliki dua bagian antara lain digester sebagai tempat pencernaan material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri, baik bakteri pembentuk asam ataupun bakteri pembentuk gas metana. Bagian tempat pencernaan dapat dibuat dengan kedalaman tertentu menggunakan batu, batu bata atau beton. Fungsi bagian ini sebagai penahan gas agar tidak terjadi kebocoran sehingga strukturnya harus kuat. Bagian yang kedua adalah kubah tetap (*fixed-dome*). Bagian ini berbentuk menyerupai kubah dan sebagai tempat pengumpul gas yang tidak bergerak (*fixed*). Gas yang dihasilkan dari material organik pada digester akan mengalir dan disimpan di bagian kubah.

Keuntungan digester tipe ini adalah biaya konstruksi yang lebih murah dari pada menggunakan digester terapung, karena tidak memiliki bagian yang bergerak menggunakan besi yang tentunya harganya relatif lebih mahal dan perawatannya lebih mudah. Sedangkan kerugian dari digester ini adalah seringnya terjadi kehilangan gas pada bagian kubah karena konstruksi tetapnya.

2. Digester Tipe *Floating Drum* (Terapung)

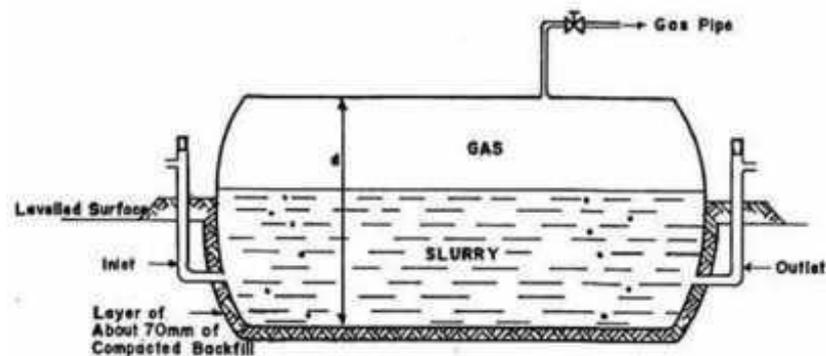


Gambar 4. Digester Tipe *Floating Drum* (Terapung)

Digester jenis ini pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937 sehingga dinamakan dengan digester India. Memiliki bagian digester yang sama dengan

digester kubah, perbedaannya terletak pada bagian penampung gas yang terbuat dari drum dan dapat bergerak naik-turun. Pergerakan drum mengapung pada tergantung dari jumlah gas yang dihasilkan. Keuntungan dari digester ini adalah dapat melihat secara langsung pergerakan dari volume gas yang tersimpan, dan tekanan gas konstan dikarenakan tempat penyimpanan yang terapung. Sedangkan kerugiannya adalah biaya material konstruksi ini lebih mahal, selain itu faktor korosi pada drum juga menjadi masalah sehingga bagian pengumpul gas pada digester ini memiliki umur yang lebih pendek dibandingkan menggunakan tipe kubah tetap.

3. Digester Balon



Gambar 5. Digester Biogas tipe Balon

Digester balon merupakan jenis digester yang banyak digunakan pada skala rumah tangga. Konstruksi digester ini menggunakan bahan plastik sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Digester ini terdiri dari satu bagian yang berfungsi sebagai digester dan penyimpan gas masing-masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat. Material organik terletak dibagian bawah karena memiliki berat yang lebih besar dibandingkan gas.

4. Digester Tipe *Fiberglass*



Gambar 6. Digester Tipe *Fiberglass*

Digester ini menggunakan bahan *fiberglass* dan merupakan jenis digester yang banyak digunakan pada skala rumah tangga. Bahan yang digunakan untuk membuat digester ini adalah bahan *fiberglass* sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Digester ini terdiri dari satu bagian yang berfungsi sebagai digester dan penyimpanan gas masing-masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat. Digester dari bahan *fiberglass* ini sangat efisien karena sangat kedap, ringan dan kuat, apabila terjadi kebocoran mudah diperbaiki atau dibentuk kembali seperti semula, dan yang lebih efisiennya adalah digester dapat dipindahkan sewaktu-waktu jika sudah tidak digunakan lagi.

2.6. Break Event Point (BEP)

Break Event Point (BEP) merupakan suatu keadaan dimana suatu perusahaan di dalam posisinya tidak mengalami keuntungan dan kerugian. Hal ini dapat terjadi apabila dalam operasinya menggunakan biaya tetap dan volume penjualan hanya untuk menutupi biaya tetap dan biaya variabel. Apabila penjualan hanya cukup untuk menutupi biaya variabel dan sebagian biaya tetap, maka perusahaan menderita kerugian. Sedangkan apabila penjualan melebihi biaya penjualan dan biaya tetap yang harus dikeluarkan maka perusahaan mengalami keuntungan. Adapun komponen perhitungan biaya pada BEP adalah sebagai berikut:

1. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap merupakan biaya yang nilainya cenderung stabil tanpa dipengaruhi oleh unit yang diproduksi. Jadi komponen yang satu ini konstan ada atau muncul saat produksi berlangsung ataupun saat produksi tidak dilakukan oleh perusahaan. Contoh biaya tetap pada perusahaan adalah biaya tenaga kerja, biaya penyusutan mesin, biaya air, dan lain sebagainya.

2. Biaya Variabel (*Variable Cost*)

Biaya variabel merupakan biaya yang besar nilainya tergantung pada kuantitas unit atau barang yang diproduksi. Jadi komponen yang satu ini merupakan biaya per unit yang sifatnya tidak tetap atau berubah-ubah sesuai dengan tindakan produksi yang berlangsung. Jadi misalkan saja jika produksi berhenti maka biaya variabel menurun atau tidak ada dan jika produksi meningkat maka biaya variabel juga akan ikut meningkat. Beberapa contoh biaya variabel adalah biaya bahan baku, biaya listrik, dan lain sebagainya.

3. Harga Jual (*Selling Price*)

Harga jual merupakan harga jual listrik yang diproduksi oleh perusahaan. Harga jual ini perlu untuk diketahui karena termasuk dalam rumus penghitungan *Break Event Point*.

2.7. Pay Back Periode (PBP)

Menurut Abdul Choliq dkk. (2004) *payback period* dapat diartikan sebagai jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan, melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan. *Pay back period* dari suatu investasi menggambarkan panjang waktu yang diperlukan agar dana yang tertanam pada suatu investasi dapat diperoleh kembali seluruhnya. Analisis *payback period* dalam studi kelayakan perlu juga ditampilkan untuk mengetahui seberapa lama usaha/ proyek yang dikerjakan baru dapat mengembalikan investasi. Metode analisis *payback period* bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi *break even-point*.

Analisis *payback period* dihitung dengan cara menghitung waktu yang diperlukan pada saat total arus kas masuk sama dengan total arus kas keluar. Hasil analisis *payback period* ini nantinya alternatif yang akan dipilih adalah alternatif dengan periode pengembalian lebih singkat. Penggunaan analisis ini hanya disarankan untuk mendapatkan informasi tambahan guna mengukur seberapa cepat pengembalian modal yang diinvestasikan. Metode analisis *payback period* bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi *break even-point*. Analisis *payback period* dihitung dengan cara menghitung waktu yang diperlukan pada saat total arus kas masuk sama dengan total arus kas keluar.

2.8. Net Present Value (NPV)

Present Value merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskontokan pada saat ini. Menurut Kasmir (2003) *Net Present Value* (NPV) atau nilai bersih sekarang merupakan perbandingan antara PV kas bersih dengan PV Investasi selama umur investasi. Sedangkan menurut Ibrahim (2003) *Net Present Value* (NPV) merupakan *net benefit* yang telah di diskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* (SOCC) sebagai diskon faktor.

Net Present Value (NPV) tersebut dihitung dengan rumus :

$$\frac{Rt}{(1 + i)^t}$$

Keterangan :

t = waktu arus kas

i = suku bunga diskonto yang digunakan

Rt = arus kas bersih (*the net cash flow*) dalam waktu t

Berikut ini ditunjukkan arti dari perhitungan NPV terhadap keputusan investasi yang akan dilakukan :

- NPV > 0 , maka proyek ekonomis untuk dijalankan
- NPV < 0 , maka proyek tidak layak untuk dijalankan karena tidak ekonomis
- NPV = 0 , maka proyek dapat dijalankan atau tidak dijalankan.

2.9. *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return (IRR) yang merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. IRR adalah nilai *discount rate* yang membuat NPV dari proyek sama dengan nol. Pada dasarnya "*internal rate of return*" harus dicari dengan cara "*Trial and error*" dengan serba coba-coba. Penentuan tarif kembalian dilakukan dengan metode trial and error dengan cara sebagai berikut :

- a. Mencari nilai tunai aliran kas masuk bersih pada tarif kembalian yang dipilih secara sembarang di atas atau dbawah tarif kembalian investasi yang diharapkan.
- b. Mengiterpolasikan kedua tarif kembalian tersebut untuk mendapatkan tarif kembalian sesungguhnya.

IRR lebih merupakan suatu indikator efisiensi dari suatu investasi, berlawanan dengan NPV, yang mengindikasikan *value* atau suatu besaran uang. IRR merupakan *effective compounded return rate annual* yang dapat dihasilkan dari suatu investasi atau yield dari suatu investasi. Suatu proyek/investasi dapat dilakukan apabila *rate of return* lebih besar daripada return yang diterima apabila kita melakukan investasi di tempat lain (*bank, bonds, dll*). Menentukan besarnya nilai IRR harus dihitung dulu NPV₁ dan NPV₂ dengan cara coba-coba. 32 Jika NPV₁ bernilai positif maka *discount factor* kedua harus lebih besar dari SOCC, dan sebaliknya (Giatman, 2006).

III. METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan April – September 2021.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *logbook*, pena, alat perekam (HP), Microsoft Excel 2019 dan komputer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode survei lapang yang bertujuan untuk memperoleh data pengukuran langsung besarnya biogas yang dihasilkan. Hasil dari survei lapang tersebut telah dianalisis secara deskriptif. Data primer diperoleh dari hasil mewawancarai responden dan melalui observasi pengukuran besarnya biogas yang dihasilkan. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur dari berbagai sumber pustaka terkait analisis yang dilakukan. Data yang didapat, diolah dengan menggunakan bantuan Microsoft Excel 2019 pada komputer.

3.3.1. Metode Pengumpulan data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder yang bersifat kuantitatif. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Biaya Produksi

Biaya Produksi			
Biaya Tetap	1. Penyusutan	Reaktor	
		Crusher	
		Pipa	
Biaya Variabel	2. Pemeliharaan	Alat	
		1. Bahan	Sampah
		2. Utilitas	Air Listrik

Tabel 2. Biaya Penerimaan

Biaya Penerimaan	
Jumlah Produksi	Harga/Satuan
1. Biogas	1. Biogas
2. Pupuk Cair	2. Pupuk Cair

Pengumpulan seluruh data yang diperlukan dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa cara yang meliputi :

a. Wawancara

Wawancara dilakukan secara tidak terstruktur dengan mengajukan beberapa pertanyaan yang dapat menunjang peneliti dalam melengkapi data penelitian. Responden yang dipilih yaitu pengusaha reaktor biogas.

b. Observasi

Observasi yang dilakukan dengan melihat secara langsung obyek kegiatan terhadap produksi biogas yang dihasilkan dari pemanfaatan sampah organik rumah tangga.

c. Studi literatur dan kepustakaan

Studi literatur dan kepustakaan bertujuan untuk dapat menganalisa secara teoritis terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan penulisan dengan membaca skripsi, studi kepustakaan dilakukan dengan membaca berbagai text book, jurnal, artikel-artikel yang relevan, sumber-sumber lain guna memperoleh data sekunder.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

a. Produksi Biogas

Data produksi biogas dihasilkan dari uji coba rata-rata penggunaan reaktor biogas pada penelitian sebelumnya yang telah diolah.

b. Konversi Biogas menjadi LPG

Konversi biogas dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 3. Biogas dibandingkan dengan bahan bakar lain

Aplikasi	Bahan Bakar lain	
	Elpiji	0,46 kg
1 m ³	Minyak tanah	0,63 liter
Biogas	Minyak solar	0,52 liter
setara	Bensin	0,80 liter
	Kayu bakar	3,50 kg

Sumber: Wahyuni, 2011

c. Substitusi Biogas menjadi LPG

$$\text{Biogas menjadi LPG} = \text{jumlah biogas yang dihasilkan} \times 0,46 \text{ kg}$$

Nilai kalor metana = 9.100 kkal/m³
 = 12.740 kkal/kg (Harasimowicz *et al.*, 2007)

1m³ biogas mengandung 57% metana.

Nilai kalor LPG = 11.255 kkal/kg (Syukur, 2011)

1m³ biogas setara dengan :

$$1\text{m}^3 \text{ biogas} = x \text{ kg LPG}$$

$$9.100 \text{ kkal/m}^3 (57\%) = x \text{ 11.255 kkal/kg}$$

$$5.187 \text{ kkal/m}^3 = x \text{ 11.255 kkal/kg}$$

$$x = \frac{5.187 \text{ kkal/m}^3}{11.255 \text{ kkal/kg}}$$

$$x = 0,46 \text{ kg/m}^3$$

❖ Jadi, 1m³ biogas setara dengan 0,46kg LPG

3.4.2. Analisis Ekonomi

1. Biaya Produksi

Biaya produksi digunakan untuk mengetahui jumlah biaya yang dikeluarkan untuk investasi dan oprasional pembuatan instalasi biogas sebagai bahan bakar pengganti LPG dengan perhitungan :

$$TC = TFC + TVC$$

Keterangan :

TC = *Total Cost* (Biaya Total)

TFC = *Total Fixed Cost* (Biaya Tetap Total)

TVC = *Total Variabel Cost* (Biaya Variabel Total)

2. Aspek analisis ekonomi dilakukan menggunakan :

- BEP (*Break Even Point*)

BEP adalah titik impas di mana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian. Analisis BEP berfungsi untuk menghitung jumlah laba agar tidak mengalami kerugian.

$$BEP = FC / (P - VC)$$

Keterangan :

FC = *Fixed Cost* atau Biaya Tetap

P = *Price Per Unit* atau Harga per unit (Gas LPG)

VC = *Variable Cost* atau Biaya Variabel

- PBP (*Pay Back Periode*)

PBP ialah jangka waktu dari pengembalian modal dalam suatu usaha bisnis, dimana periode pengembalian dlm jangka Waktu tertentu yg menentukan terjadinya suatu *Cash In Flow* (Arus Penerimaan) yang secara Kumulatif itu sama dengan Jumlah Investasi didalam Suatu Usaha Bisnis.

$$PBP = \frac{I}{NCF}$$

Keterangan :

I = Investasi awal

NCF = *Net Cash Flow* (arus kas bersih)

$$NCF = \text{Laba Bersih} + \text{Penyusutan}$$

PBP = Lamanya periode pengembalian

- *Net Present Value (NPV)*

NPV adalah perbedaan antara nilai sekarang dari benefit (keuntungan) dengan nilai sekarang biaya, yang besarnya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$NPV = \frac{Rt}{(1+i)^t}$$

Keterangan :

t = waktu arus kas

i = suku bunga yang digunakan

Rt = arus kas bersih (the net cash flow) dalam waktu t

Dengan kriteria :

- NPV > 0, maka proyek ekonomis untuk dijalankan
- NPV < 0, maka proyek tidak layak untuk dijalankan karena tidak ekonomis
- NPV = 0, maka proyek dapat dijalankan atau tidak dijalankan.

c. *Internal Rate of Return (IRR)*

IRR dari suatu investasi adalah suatu nilai tingkat bunga yang menunjukkan bahwa nilai sekarang netto (NPV) sama dengan jumlah seluruh ongkos investasi usaha. Analisis IRR dilakukan untuk mengetahui laju pengembalian modal suatu usaha.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1)$$

Dimana :

i1 = tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV1

i2 = tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV2

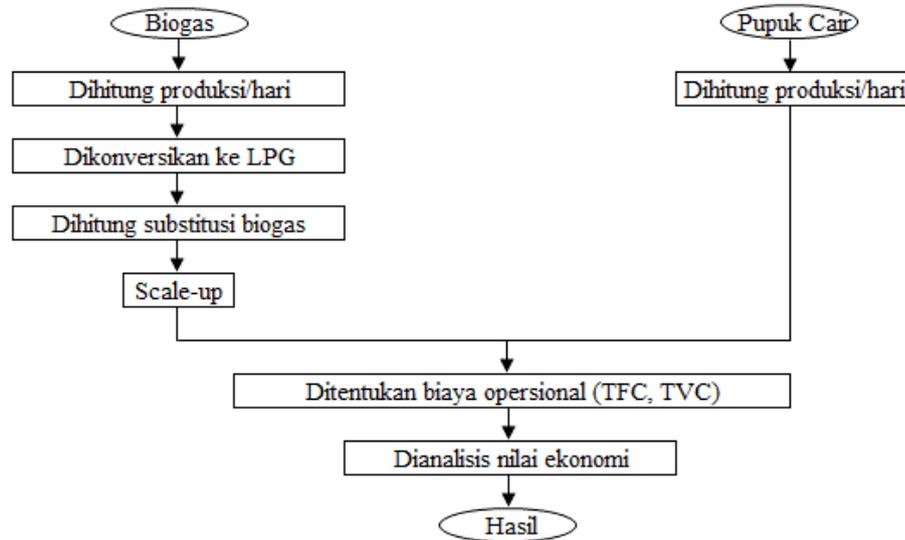
Kriteia :

IRR > tingkat bunga, maka usulan proyek diterima

IRR < tingkat bunga, maka usulan proyek ditolak

(Gittinger, 1986).

Diagram alir pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dimulai dengan menghitung jumlah produksi biogas dan pupuk cair yang dihasilkan dalam satu hari, selanjutnya jumlah produksi biogas dikonversikan menjadi bahan bakar LPG, lalu dihitung seberapa besar produksi biogas dapat mensubstitusikan penggunaan bahan bakar LPG dalam suatu rumah tangga. Hasil dari perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan penerimaan, dan menentukan biaya operasional yang akan digunakan. Analisis ekonomi dilakukan menggunakan perhitungan sebelumnya untuk mendapatkan hasil analisis ekonomi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pemanfaatan sampah organik rumah tangga menjadi bahan bakar pengganti LPG dan pupuk cair dapat dijalankan. Hasil analisis ekonomi pemanfaatan sampah organik rumah tangga menjadi bahan bakar pengganti LPG dan pupuk cair diperoleh nilai NPV sebesar Rp 8.086.626,20, IRR sebesar 30,59 %, PBP sebesar 5,46; dan BEP sebesar 10 kg LPG dan 80,38 L pupuk cair. Pemanfaatan sampah rumah tangga menjadi biogas dapat mensubstitusikan kebutuhan LPG rumah tangga sebesar 81,19 % dalam satu bulan.

5.2. Saran

Pemanfaatan *effluent* biogas dari sampah organik rumah tangga menjadi pupuk cair masih belum diketahui nilai pasti unsur hara dalam *effluent* tersebut. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan dikembangkan kembali untuk dapat menghasilkan pupuk organik yang lebih baik, sehingga dapat menentukan harga optimal pupuk cair tersebut. Selain itu, untuk menurunkan biaya operasional dapat menggunakan modifikasi reaktor yang lebih sederhana dan *crusher* manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., Irwanto, A. K., Siregar, N., Agustina, E., Tambunan, A. H., Yasin, M., Hartulistiyoso, E., dan Purwanto, Y. A. 1991. *Energi dan Listrik Pertanian*. JIC-DGHE/IPB Project/ADAET, JTA-9a (132).
- Atmodjo, M. C., Rosadi, D., dan Hardoyo. 2014. *The Biogas As An Alternative Energy Facility In Rural Area*. Balai Besar Teknologi Pati. Lampung.
- Bachtiar, B., Ahmad, H. 2019. Analisis Kandungan Hara Kompos Johar *Cassia siamea* Dengan Penambahan Aktivator Promi. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Bin hashim, N. 2008. *The Study of Combustion Characteristics for Different Compositions of LPG*. (thesis) Malaysia. Universitas Malaysia Pahang.
- BPPT. 1997. *Teknologi Pengolahan Sampah Tahu – Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*. <https://www.enviro.bppt.go.id/-Kel-1/>
- Elizabeth, R., dan Rusdiana, S. 2011. *Efektivitas Pemanfaatan Biogas Sebagai Sumber Bahan Bakar Dalam Mengatasi Biaya Ekonomi Rumah Tangga di Perdesaan*. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor.
- Giatman. 2006. *Ekonomi Teknik*. PT Raja Grafindo Persada.
- Gittinger, J. P. 1986. *Analisis Ekonomi Proyek-Proyek Pertanian*. Universitas Indonesia. (UI Pres). Jakarta.
- Harahap, F. Apandi, M. Ginting, S. 1980. *Teknologi Biogas*. ITB Press. Bandung.
- Hessami, M. A., Sky, C. dan Robert, G. 1996. *Anaerobic digestion on household organic waste to produce biogas*. Department of Mechanical Engineering, Monash University, Clayton, Victoria 3168. Australia.
- Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM), “*Handbook of Energy and Economics Statistics of Indonesia (HEESI)*.” Kementrian ESDM, 2018.

- Harasimowicz, M., Orluk, P., Zakrzewska, T. G., dan Chmielewski, A. G. 2007. *Application of Polyimide Membranes for Biogas Purification and Enrichment*. Journal of Hazardous Materials, 144, 689-702.
- Hermawan, B. 2007. *Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Sumber Biogas Untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri*. Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ibrahim Y. H. M. 2003. *Studi Kelayakan Bisnis Edisi Revisi*. PT. Rineka. Jakarta.
- Karki. 2009. *Pengolahan Sampah Ternak*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Kasmir. 2003. *Bank Dan Lembaga Keuangan lainnya*. Jakarta. PT Raja Grafindo Persada.
- Kholiq, I. 2015. *Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM*. Jurnal IPTEK, 19 (2): 75-77.
- Korres, N. E. 2013. *Bioenergy Production by Anaerobic Digestion Using agricultural biomass and organic wastes*.
- Maenanti, R.F., Fauzi, A., dan Istiqomah, A. 2013. *Evaluasi Kelayakan Finansial Usaha Peternakan dan Pengembangan Biogas: Studi Kasus Desa Suntenjaya, Bandung*. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia Vol. 14 No. 1, 27:32.
- Muhammad, N.T., Noor, A. R. dan Elma. 2016. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan penambahan Bioaktivator EM4 (Effective Microorganisms)*. Konversi, vol. 5, pp. 5–12. Bajarmasin.
- Moog, F.A., Avilla, H.F., Agpaoa, E.V., Valenzuela, F.G. dan Concepcion, F.C. 1997. *Promotion and Utilization of Polyethylene Biodigester in Smallhold Farming System in The Philippines*. Livestock Research for Rural Development. Vol. 9, No. 2. Philippine.
- Patil, V.S dan Deshmukh, H.V. ISSN 2319-1414. 2015. *Anaerobic Digestion Of Vegetable Waste For Biogas Generation: A Rivie*. Internasional Research Journal Of Environment Sciences Vol. 4(6), 80-83, june (2015).
- Pradnaji, D.K., Djamaludin, M.D., dan Kiftah, N. 2010. *Analisis Perilaku Penggunaan LPG Pada Rumah Tangga Di Kota Bogor*. Jurnal Ilmu Keluarga dan Konsumen. Vol. 3 No. 2: 172-183.
- Pradnyana, G. 2016. *Pemenuhan Kebutuhan Energi Dalam Rangka Mewujudkan Ketahanan Nasional*. Jurnal Maksipreneur Vol.5, No:2. Yogyakarta.

- Raksun, A. 2016. Aplikasi Pupuk Organik Untuk meningkatkan Pertmbuhan Bibit Jambu Mete (*Anacardium occidentale L.*) Jurnal Biologi Tropis Volume 16 (2):1-9. Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat.
- Rizqiani, N.F., Erlina A. dan Nasih W.Y. 2007. Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Buncis (*Phasheolus vulgaris L.*) Dataran Rendah. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Runtuni, S.Y. dan Dewanti, A. K. 2019. *Pemanfaatan Biogas dan Dampaknya terhadap Kesejahteraan Keluarga Peternak Sapu Perag di Mojosongo, Boyolali.* Jurnal Parameter Volume 31 No. 2. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Saputra, D.A., Setiawan, A., Wahono, E.P. dan Winarno, G.D. 2020. Dampak Keberadaan Tempat Pembuangan Akhir Terhadap Kondisi Lingkungan Dan Sosial Di Masyarakat (Studi Kasus Desa Karang Rejo Kota Metro Lampung). Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup. Volume 20 No. 2. Kota Metro.
- Setiawan, A. dan Rusdijjati, R. 2014. *Peningkatan Kualitas Biogas Sampah.* Universitas Muria Kudus. Jawa Tengah.
- Sharma, S. 2012. *Management of Biogas Slurry.* Institute of Technology Delhi. India.
- Sjahrial, D. 2008. *Manajemen Keuangan .* Edisi 2 . Penerbit Mitra Wacana Media. Jakarta.
- Subekti, S. 2011. *Pengolahan Sampah Cair Tahu Menjadi Biogas sebagai Bahan Bakar Alternatif.* Skripsi. Universitas Padjajaran. Bandung
- Syukur, M.H. 2011. *Penggunaan Liquefied Petroleum Gases (LPG): Upaya Mengurangi Kecelakaan Akibat LPG.* Jurnal Forum Teknologi Vol 01 No. 2.
- Wahyuni, S. 2008. *Analisa kelayakan pengembangan biogas sebagai energi alternatif berbasis individu dan kelompok.* Tesis Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Wahyuni, S. 2011. *Menghasilkan Biogas dari Aneka Sampah.* Edisi Pertama. PT AgroMedia Pustaka : Jakarta. 96 Hlm.
- Widodo, T. W., Asari, A., Ana, N., dan Elita, R. (2006). *Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak.* Enjiniring Pertanian, 4 (1), 1-52.

Wijayanti, E dan Andrianto, G. 2008. *Pembuatan Biogas dari Sampah Cair Industri Tahu dan Sampah Kotoran Sapi*. [Tugas Akhir]. Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.