

**POTENSI TIMBULAN DAN KARAKTERISASI  
SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA  
(STUDI KASUS DI KELURAHAN KALI BALAU KENCANA  
KECAMATAN KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG)**

**Oleh:**

**Radya Yogautami**



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

## **ABSTRACT**

### ***THE POTENTIAL OF GENERATION AND CHARACTERIZATION OF ORGANIC HOUSEHOLD WASTE (CASE STUDY IN KALI BALAU KENCANA KEDAMAIAN SUB-DISTRICT BANDAR LAMPUNG)***

**By**

**RADYA YOGAUTAMI**

*The increase in population has increased public consumption and will increase in the amount of waste produced. Organic's household waste is one of the materials that can utilize for several purpose to determining the most appropriate utilization of organic household waste, it is important to know how much waste generation and the characteristic of the organic waste. The purpose of this research were to determine waste production, to know the characteristics and composition of household organic waste, and to estimate the potential of renewable energy (biogas), could be generated from the organic waste. This research was conduct in four stages: collecting, categorizing, characterizing, and calculating the potential of biogas energy generated from the household organic waste. The observation was conducted 10 (ten) days at 10 household. The results showed that the household organic waste generation per person in a day was 0.10866kg, with high water content 98% and C/N ratio 20 that appropriate to utilize as raw material for biogas. The potential of methane production from organic householdwaste is 2,43 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per capita.*

**Keywords:** *Organic waste, biogas potential, waste generation.*

## **ABSTRAK**

### **POTENSI TIMBULAN DAN KARAKTERISASI SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA (STUDI KASUS DI KELURAHAN KALI BALAU KENCANA KECAMATAN KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG)**

**Oleh**

**RADYA YOGAUTAMI**

Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan tingkat konsumsi masyarakat meningkat dan berdampak pada peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Sampah organik rumah tangga merupakan salah satu bahan yang masih dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan. Penentuan langkah pemanfaatan yang paling tepat yaitu perlu diketahui terlebih dahulu timbulan sampah dan karakteristik dari sampah organik tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi produksi, karakteristik dan komposisi serta memperkirakan potensi energi terbarukan (biogas) yang dapat dihasilkan dari sampah organik rumah tangga. Penelitian ini dilakukan dengan empat tahapan yaitu: pengumpulan, pemilahan, dan karakterisasi sampah organik rumah tangga serta perhitungan potensi energi terbarukan (biogas) yang dapat dihasilkan dari pemanfaatan sampah organik rumah tangga. Pengamatan dilakukan selama 10 hari tidak berturut-turut pada 10 rumah tangga terpilih. Hasil penelitian menunjukkan timbulan sampah adalah 0,10866 kg per orang per sehari dengan kadar air sekitar 98% dan C/N rasio sekitar 20 yang menunjukkan karakteristik yang cocok sebagai bahan baku biogas. Total potensi metan yang terbentuk dari pemanfaatan sampah organik rumah tangga adalah 2,43 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per kapita.

**Kata kunci** : Sampah organik, potensi biogas, timbulan sampah.

**POTENSI TIMBULAN DAN KARAKTERISASI  
SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA  
(STUDI KASUS DI KELURAHAN KALI BALAU KENCANA  
KECAMATAN KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG)**

**Oleh**

**RADYA YOGAUTAMI**

**Skripsi**

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



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



Judul Skripsi

**: POTENSI TIMBULAN DAN KARAKTERISASI  
SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA  
(STUDI KASUS DI KELURAHAN KALI BALAU  
KENCANAKECAMATAN KEDAMAIAN  
BANDAR LAMPUNG)**

Nama Mahasiswi

**: Radya Yogautami**

Nomor Pokok Mahasiswi : 1714231023

Jurusan

**: Teknologi Industri Pertanian**

Fakultas

**: Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

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

NIP 19640106 198803 1 002

  
Puspita Yuliandari, 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



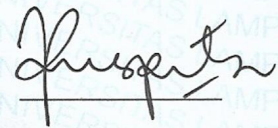
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

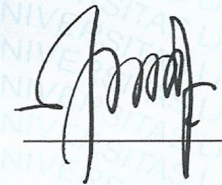
Ketua : Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T.



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



Pembahas : Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A



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 Radya Yogautami NPM 1714231023

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, 22 Oktober 2021

Pembuat Pernyataan



**Radya Yogautami**  
NPM 1714231023

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Yogyakarta pada tanggal 30 Oktober 1999 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Satria Alam dan Ibu Zahra. Penulis mengawali pendidikan formal di Sekolah Dasar di SDN 4 Tanjung Aman, Kotabumi Selatan, Lampung Utara, yang diselesaikan pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 7 Kotabumi yang diselesaikan pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2017.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2017. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada bulan Februari-Maret 2021 di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Sugar Labinta, Tanjung Sari, Lampung Selatan, dengan judul “Mempelajari Analisis Mikrobiologi dengan Swab Parameter *Enterobacteriaceae* Pada Lingkungan Produksi Di PT. Sugar Labinta”.

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 Pengabdian Masyarakat dan ikut berperan aktif dalam setiap kegiatan yang dilaksanakan pihak jurusan.



*Dengan rasa syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih lagi  
Maha Penyayang,*

*Atas nikmat, petunjuk, serta ridho-Nya*

*Dengan segenap kerendahan dan kebanggaan hati, aku persembahkan dan  
kuhadiahkan karya sederhana ini kupersembahkan kepada:*

*Mama dan Papa tercinta telah melalui banyak perjuangan dan rasa sakit  
untuk kebaikanku. Terimakasih untuk semangat dan cinta serta kasih sayang  
yang selalu diberikan, yang selalu membimbing, mendidik, selalu memotivasi,  
serta memanjatkan doa-doa untukku. Pencapaian ini adalah  
persembahan istimewa dariku untuk mama dan papa.*

***”Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan akan ada kemudahan.***

***Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan”***

**(Q.S. A-Lam Nasyrah (94) :5-6)**

***“Mungkin kita akan terpuruk dan jatuh lagi, namun meskipun itu terjadi jangan pernah jadikan alasan untuk menyerah”***

**(Kim Tan, The Heirs)**

***“Barang siapa yang menginginkan dunia hendaklah dengan ilmu,  
Barang siapa yang menginginkan akhirat hendaklah dengan ilmu,  
dan barang siapa yang menginginkan kedua-duanya hendaklah  
dengan ilmu pula”***

**(Hadist Bukhari Muslim)**

***”MUNGKIN TERASA MUSTAHIL, TAPI TERKADANG  
KAMU HANYA PERLU MENGAMBIL LANGKAH PERTAMA”***

**(Raya and The Last Dragon, Disney)**

## SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim. Alhamdulillah robbil'aalaamiin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Potensi Timbulan dan Karakterisasi Sampah Organik Rumah Tangga (Studi Kasus di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Bandar Lampung)". Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana 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 sekaligus pembahas yang telah memberikan kemudahan dalam proses penyelesaian skripsi, baik bimbingan, kritik serta saran dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T., selaku pembimbing utama atas ketulusan hati, kesabarannya dalam membimbing penulis dan memberikan motivasi, arahan, bantuan, dan nasihat serta ilmu yang diberikan selama masa studi dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Puspita Yuliandari, S.T.P., M.Si., selaku pembimbing kedua atas kebaikan, bimbingan, saran juga nasihat dan selalu memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.





5. Ibu Ir. Fibra Nurainy, M.T.A., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi, nasihat, dan bimbingan dan perhatiannya kepada penulis selama masa studi.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf administrasi, dan laboratorium di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas bimbingannya serta keikhlasan dalam memberikan ilmunya juga arahnya selama penulis mejadi mahasiswi.
7. Keluargaku tercinta Mama, Papa, Gusti, Puset dan Suhunan atas semua dukungan, kasih sayang, nasehat, materi, dan keceriaan yang menyertai penulis dalam doanya selama ini.
8. Rekan seperjuanganku tersayang di Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Andara Aulia dan Annisa Nur Fadhilah. Terimakasih atas kerjasama dalam penyusunan skripsi, kebersamaan, dan suka duka penelitian, akhirnya kita berhasil juga.
9. Keluarga besar Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri THP FP Unila: Bapak Joko, Mba Mawar, Mba Wanda, Kak Duta, Ibu Lathifa dan semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dengan memberikan dukungan, semangat, juga nasihat.
10. Sahabat-sahabatku tercinta Ela, Shinta, Ceria, Alda, Nisgus, Jisa, Bera, dan Hafidz Yugo atas dukungan, suka duka perkuliahan serta kebersamaannya, sangat menyenangkan bisa bersama kalian.
11. Teman-temanku keluarga besar THP dan TIP angkatan 2017 tercinta, yang telah menempuh pahit manisnya, susah senangnya kehidupan perkuliahan bersama-sama, terimakasih atas perhatian, kenangan, bantuan, juga dukungannya selama ini.
12. *Last but not least, i wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for just being me at all times.*

Akhir kata, penulis berharap semoga segala bantuan yang diberikan kepada penulis menjadi pahala dan ridho Allah SWT, Penulis menyadari bahwasanya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak untuk karya yang lebih baik. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya maupun kepada pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, 22 Oktober 2021

Penulis,

***Radya Yogautami***



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SANWACANA</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Manfaat Penelitian .....	3
1.4. Kerangka Pemikiran.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSRTAKA</b> .....	7
2.1 Sampah Organik Rumah Tangga .....	7
2.2 Timbulan Sampah .....	8
2.3 Karakterisasi Sampah Organik .....	10
2.4 Sifat Fisikokimia Limbah Organik .....	10
2.4.1 Kadar Air dan <i>Total Solid</i> .....	10
2.4.2 Derajat Keasaman .....	11
2.4.3 <i>Chemical Oxygend Demand</i> .....	11
2.4.4 <i>Total Suspended Solid</i> .....	12
2.4.5 <i>Volatile Solid</i> .....	12
2.4.6 Kadar Abu .....	12
2.4.7 Analisis <i>Ultimate</i> .....	12
2.5 Potensi Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga.....	13
<b>III. BAHAN DAN METODE</b> .....	16
3.1 Waktu dan Tempat .....	16
3.2 Alat dan Bahan .....	16
3.3 Metode Penelitian .....	16
3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	17
3.4.1 Pengumpulan Bahan Baku .....	17
3.4.2 Pemilahan Bahan Baku .....	17
3.4.3 Karakterisasi Bahan Baku .....	17
1. Kadar Air dan <i>Total Solid</i> Sampah Organik Rumah Tangga	18
2. Pengujian Derajat Keasaman (pH) <i>slurry</i> .....	19
3. Kandungan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) <i>slurry</i> .....	19



4. Kandungan <i>Chemical Oxygend Demand Soluble</i> (CODs)	20
5. <i>Volatile Solid Slurry</i> .....	21
6. Kadar Abu .....	21
7. Analisis <i>Ultimate slurry</i> .....	22
3.4.4 Perhitungan Potensi Pemanfaatan .....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	24
4.1 Timbulan Sampah Organik Rumah Tangga .....	24
4.2 Karakterisasi <i>Slurry</i> Sampah Organik Rumah Tangga .....	27
4.2.1 Persentase Kadar Air dan <i>Total Solid Slurry</i> Sampah Organik Rumah Tangga .....	29
4.2.2 Derajat Keasaman <i>Slurry</i> Sampah Organik Rumah Tangga	31
4.2.3 Kadar <i>Total Suspended Solid</i> .....	32
4.2.4 Kadar <i>Chemical Oxygend Demand Soluble</i> .....	32
4.2.5 Kadar <i>Volatile Solid</i> dan Kadar Abu .....	33
4.2.6 Analisis <i>Ultimate</i> .....	35
4.2 Potensi Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga .....	37
<b>V. KESIMPULAN</b> .....	40
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41
<b>LAMPIRAN</b> .....	46



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran .....	5
2. Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	18
3. Berat rata-rata timbulan sampah organik per rumah tangga .....	25
4. Berat rata-rata timbulan sampah organik per orang per hari.....	26
5. Persentase Kadar Air dan TS <i>slurry</i> Sampah Organik Rumah Tangga	30
6. Data Hasil Uji pH .....	31
7. Persentase Hasil Uji <i>TSS</i> .....	32
8. Data Hasil Uji <i>CODs</i> .....	33
9. Persentase <i>Volatile Solid</i> dan Kadar Abu.....	34
10. Sebaran nilai rasio C/N Sampah Organik Rumah Tangga.....	35
11. Diagram van Krevelen .....	37
12. Pengambilan Bahan Baku .....	49
13. Limbah Organik .....	49
14. Pengkategorian dan Penimbangan .....	49
15. Penimbangan Air.....	49
16. Proses <i>Crushing 1</i> .....	49
17. Proses <i>Crushing 2</i> .....	49
18. <i>Slurry 1</i> .....	50
19. <i>Slurry 2</i> .....	50
20. Uji pH dan Suhu .....	50
21. Uji <i>CODs</i> .....	50
22. Uji <i>TSS</i> .....	50
23. Uji <i>TS</i> .....	50
24. Uji <i>VS</i> .....	51

25. Uji Kadar Abu .....	51
26. <i>Furnace 1</i> .....	51
27. <i>Furnace 2</i> .....	51
28. Analisis <i>Ultimate 1</i> .....	51
29. Analisis <i>Ultimate 2</i> .....	51

**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Data Timbulan Sampah Organik Rumah Tangga Harian di Kelurahan Kali Balau Kencana .....	27
2. Data Karakterisasi Sampah Organik Rumah Tangga Harian di Kelurahan Kali Balau Kencana .....	29



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk secara signifikan mengakibatkan tingkat konsumsi masyarakat pun meningkat dan berdampak secara tidak langsung pada peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan (Ajrina, 2020). Penduduk di Kota Bandar Lampung terus bertambah tiap tahunnya. Jumlah penduduk pada tahun 2016 adalah 997.728 jiwa, tahun 2017 meningkat menjadi 1.015.910 jiwa, dan pada tahun 2018 mengalami peningkatan menjadi 1.033.803 jiwa (BPS Lampung, 2019). Jumlah penduduk yang cukup besar tersebut tentunya akan menghasilkan limbah rumah tangga dan cukup banyak yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Timbulan sampah rumah tangga di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung perharinya pada tahun 2017 adalah 2.494,32 m<sup>3</sup> atau setara dengan 1.047,61 ton perharinya (Phelia, 2019). Karakteristik sampah di TPA Bakung menunjukkan bahwa sisa makanan adalah sampah dengan persentase terbanyak yaitu 61,96% (Iryani, *et al.* 2019).

Limbah merupakan buangan atau sesuatu yang tidak terpakai berbentuk cair, gas dan padat (Putra, 2011). Limbah rumah tangga atau sampah rumah tangga merupakan salah satu bahan yang masih dapat dimanfaatkan. Sampah dapat berasal dari kegiatan sehari-hari atau berasal dari industri, tempat-tempat komersial, pasar, taman, kebun, bahkan rumah tangga. Sampah dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan senyawa yang dikandungnya, yaitu sampah organik (sampah yang berasal dari makhluk hidup seperti bagian hewan, tumbuhan, buah-buahan, dan manusia) dan sampah anorganik (sampah yang sulit terurai seperti plastik, kaca, logam, karet) (Saputro, 2016).

Sampah organik yang dihasilkan dari rumah tangga berjumlah sangat banyak dan berpotensi menimbulkan masalah lingkungan baik pada perairan, tanah, maupun udara akibat masih banyak masyarakat yang membuang sampah ke sungai, membakarnya ataupun berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), hanya sebagian dari masyarakat yang memanfaatkannya dengan diolah menjadi pupuk organik. Sampah organik yang dibuang ke TPA akan mengalami proses dekomposisi secara anaerob sehingga menghasilkan gas yang disebut gas *landfill* (Terraza dan Willumsen, 2019). Gas *Landfill* merupakan gas yang dihasilkan oleh mikroba pada saat bahan organik mengalami proses fermentasi dalam suatu keadaan anaerob. Gas *landfill* termasuk kedalam kelompok Gas Rumah Kaca (GRK) (Garcilasso, *et al.* 2011).

Kota Bandar Lampung khususnya pada Kecamatan Kedamaian memiliki jumlah penduduk yang cukup banyak, selain banyaknya masyarakat yang membuang sampahnya pada daerah aliran sungai yang memang bersebelahan dengan Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian. Masih banyak masyarakat yang membakar sampahnya yang dapat menimbulkan masalah pada lingkungan. Tahun 2019, tercatat jumlah penduduk di Kelurahan Kali Balau Kencana berjumlah 9.064 jiwa. Permasalahan sampah di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung dapat diatasi dengan memanfaatkan kembali sampah organik yang dihasilkannya, selain dapat mengatasi masalah timbulan sampah yang kian lama semakin banyak, juga dapat menghasilkan nilai tambah dan mengubah pola perilaku sebagian masyarakat yang belum memanfaatkan sampahnya.

Penentuan langkah alternatif untuk mengetahui pemanfaatan sampah organik rumah tangga yang paling tepat yaitu dibutuhkan data jumlah sampah yang dihasilkan per orang setiap harinya dan karakterisasi dari sampah organik rumah tangga di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung, berdasarkan hal tersebut perlu dilakukannya penelitian tentang potensi timbulan dan karakterisasi sampah organik rumah tangga di suatu wilayah atau kawasan. Sebagai

studi kasus penelitian dilaksanakan di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung. Informasi yang dihasilkan tentang karakteristik dan potensi produksi sampah organik rumah tangga diharapkan dapat menjadi bahan masukan kepada pemerintah Kelurahan dan Kota untuk melakukan pengelolaan yang lebih baik termasuk pemanfaatannya untuk menghasilkan energi terbarukan selain itu dapat mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan setiap harinya di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk :

1. mengetahui potensi produksi sampah organik per orang per harinya di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung,
2. mengetahui karakteristik dan komposisi dari sampah organik rumah tangga di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung, dan
3. memperkirakan potensi energi terbarukan (biogas) yang dapat dihasilkan dari sampah organik rumah tangga di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai :

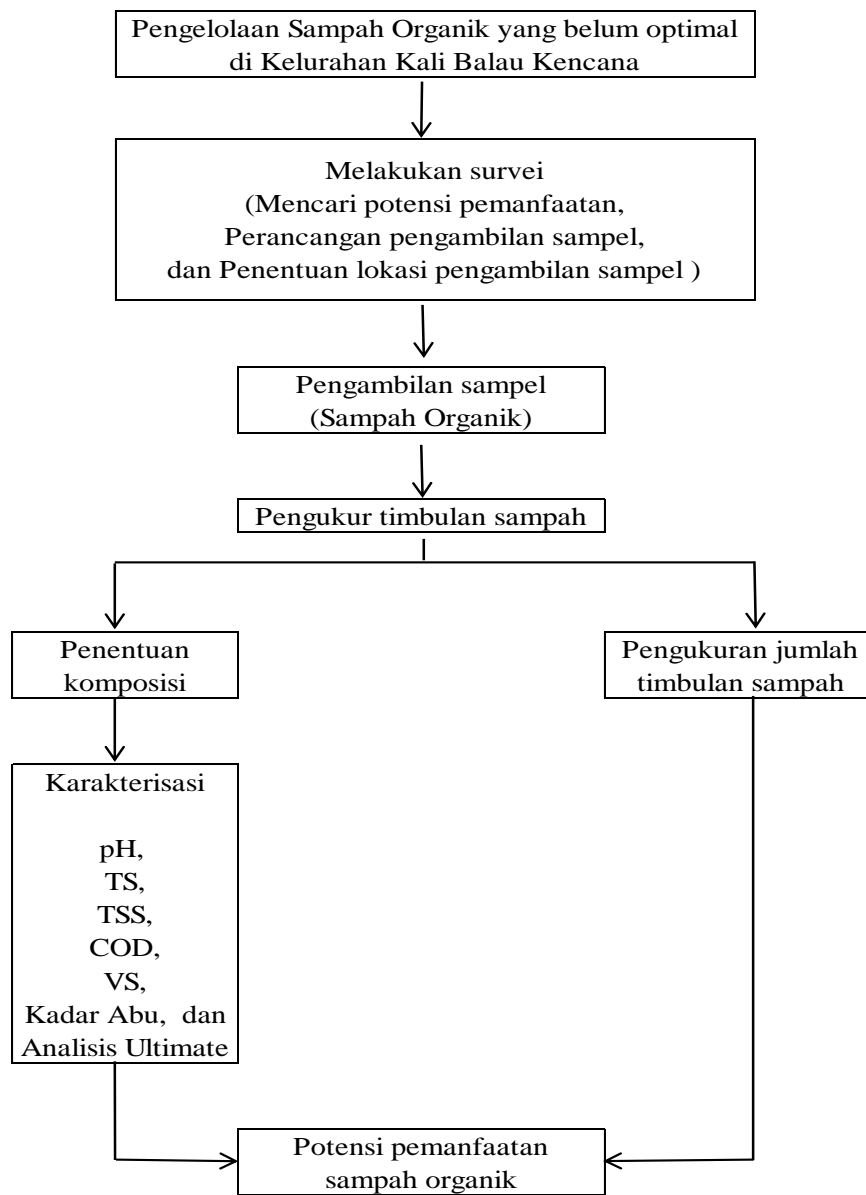
1. Potensi produksi sampah rumah tangga per orang per harinya di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung.
2. Karakteristik dan komposisi sampah organik rumah tangga di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung.
3. Potensi energi terbarukan (biogas) yang dihasilkan dari sampah organik rumah tangga di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung.

#### 1.4 Kerangka Pemikiran

Peningkatan jumlah penduduk berdampak secara langsung terhadap jumlah timbunan sampahnya, baik itu organik maupun anorganik di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung. Masih banyaknya masyarakat yang membuang sampah ke sungai, membakarnya ataupun berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), hanya sebagian dari masyarakat yang memanfaatkannya dengan diolah menjadi pupuk organik. Permasalahan lainnya yaitu sering terjadi penumpukan sampah pada rumah tangga karena terlambatnya proses pengambilan sampah yang disebabkan oleh operator yang sering terlambat dalam pengambilan sampahnya. Penentuan langkah alternatif untuk mengetahui pemanfaatan sampah organik rumah tangga yang paling tepat yaitu dibutuhkan data jumlah sampah yang dihasilkan per orang setiap harinya dan karakterisasi dari sampah organik rumah tangga di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung.

Penentuan pemanfaatan sampah organik rumah tangga secara tepat dilakukan dengan mengetahui jumlah dan karakteristik sampah organik tersebut. Beberapa parameter seperti *Total Solid*, *Total Suspended Solid*, *Volatile Solid*, Kadar Abu, pH (*slurry*), *Chemical Oxygen Demand soluble*, dan Analisis *Ultimate* perlu diketahui untuk menentukan pemanfaatannya secara tepat. Metode yang digunakan sebagai acuan dalam pengambilan sampel sampah yaitu SNI 19-3964-1994 dengan judul “Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbunan dan komposisi sampah perkotaan” yang dimodifikasi. Analisis dilakukan selama 10 hari, sebagai studi kasus, penelitian dilaksanakan di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung.

Kerangka pemikiran penelitian ini secara diagramatis disajikan pada Gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Kerangka pemikiran

Peningkatan jumlah penduduk berdampak secara langsung terhadap jumlah sampah yang ditimbulkan, di mana dapat menyebabkan munculnya masalah timbulan sampah dan kerusakan lingkungan. Masih banyak masyarakat yang belum mengolah sampah organik rumah tangga secara optimal di kelurahan kali balau kencana karena lambatnya proses pengangkutan, biasanya hanya dijadikan sebagai pupuk kompos

atau pupuk organik, berdasarkan kondisi tersebut dilakukanlah pengamatan atau survei untuk mengetahui potensi pemanfaatan, perancangan pengambilan sampel, dan penentuan lokasi pengambilan sampel, kemudian dari pengamatan tersebut selanjutnya dilakukanlah pengambilan sampel sampah organik, yang kemudian diukur timbulan sampahnya untuk ditentukan komposisinya dan diukur jumlah timbulan sampahnya. Penentuan komposisi dilakukan dengan mengkarakterisasi sampel dengan beberapa metode pengujian yaitu pengujian pH, TS, TSS, COD, VS, Kadar Air, Kadar Abu, dan Analisis Ultimate, selanjutnya didapati potensi pemanfaatan yang paling tepat untuk sampah organik rumah tangga.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sampah Organik Rumah Tangga

Sampah adalah buangan dalam bentuk padat, semi padat bahkan cair yang dihasilkan dari aktivitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau tidak digunakan lagi. Berdasarkan penjelasan atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Pasal 1 Ayat (20), tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Limbah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang tidak digunakan lagi, sedangkan limbah rumah tangga adalah limbah yang dihasilkan dari satu atau beberapa rumah. Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012, tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, menjelaskan bahwa sampah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga yang tidak termasuk tinja dan sampah spesifik.

Sampah rumah tangga (*household waste*) merupakan masalah serius di kota-kota besar dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Bandar Lampung, merupakan salah satu kota yang juga menghadapi masalah sampah, jumlah penduduknya yang akan naik setiap waktu. Komposisi sampah didapatkan dengan cara pemilahan menurut jenis-jenis yang termasuk dalam sampah tersebut. Komposisi sampah dapat dinyatakan dalam % berat (berat basah) atau % volume (volume basah) dari sampah organik rumah tangga, kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, dan lain-lain. Beragamnya komposisi atau jenis sampah menggambarkan banyaknya jenis aktivitas manusia.

Komposisi sampah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti cuaca yang berpengaruh pada tingkat kelembaban dari sampah dan berhubungan dengan kadar airnya, musim yaitu apabila musim buah tiba maka sampah akan didominasi oleh

sampah sisa buah-buahan, kemudian tingkat sosial ekonomi atau pendapatan masyarakat di daerah tersebut yaitu daerah yang memiliki perekonomian tinggi umumnya menghasilkan sampah yang terdiri dari kaleng, dan kertas. Negara maju cenderung mengurangi pemakaian plastik sudah yang digantikan dengan menggunakan kertas, sedangkan negara berkembang seperti Indonesia masih banyak menggunakan plastik sebagai bahan pengemas (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Dampak dari pembuangan sampah padat organik yang berasal dari kegiatan rumah tangga, dapat merusak lingkungan karena timbulan sampah didegradasi oleh mikroorganisme akan menimbulkan bau yang tidak sedap (busuk) sampah organik yang mengandung protein akan menghasilkan bau yang lebih tidak sedap lagi (lebih busuk) karena protein yang akan terurai menjadi gas amonia. Dampak kesehatan yaitu dapat menyebabkan dan menimbulkan penyakit, seperti penyakit diare dan *typhus*, penyakit ini terjadi karena bakteri yang berasal dari sampah dengan pengelolaan yang tidak tepat. Penyakit kulit seperti kudis dan kurap (Hasibuan, 2016). Penanganan dari sampah organik rumah tangga dapat ditentukan dari karakterisasi sampah organik rumah tangga yang tentu akan berbeda pada tiap sampahnya. Sampah daun kering misalnya dapat dimanfaatkan untuk menjadi kompos karena hanya membutuhkan beberapa hari untuk di degradasi.

## **2.2 Timbulan Sampah**

Timbulan sampah merupakan volume sampah atau berat sampah yang dihasilkan dari sumber sampah (perumahan, komersil, perkantoran, konstruksi dan pembongkaran, industri, dan pertanian) di wilayah tertentu per satuan waktu (Departemen Pekerjaan Umum, 2004). Timbulan sampah juga berarti banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita per hari atau per luas bangunan atau per panjang jalan (Badan Standarisasi Nasional, 2002).

Komposisi serta karakterisasi dari rata-rata timbulan sampah akan bervariasi dari hari ke hari, antar satu daerah dengan daerah lainnya. Variasi ini disebabkan oleh

beberapa hal yaitu pertama jumlah penduduk, kedua tingkat hidup karena makin tinggi tingkat hidup masyarakat serta mobilitas penduduk berpengaruh dengan makin besar pula timbulan sampahnya, kemudian musim, karena pada musim tertentu komposisi sampah akan berbeda beda misal pada musim buah maka sampah akan didominasi oleh sampah buah-buahan (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Timbulan sampah yang dihasilkan dapat diukur jumlahnya dengan beberapa metode pengukuran yang dapat digunakan sesuai dengan kondisi dan kebutuhan, yaitu:

a) *Pengukuran Langsung*

Mengukur secara langsung satuan timbulan sampah dari sejumlah sampel yang sudah ditentukan di sumber selama 8 hari berturut.

b) *Load-count Analysis*

Mengukur jumlah sampah yang masuk ke Tempat Penampungan Sementara (TPS) serta melacak jumlah serta jenis penghasil sampah, sehingga akan diperoleh data satuan timbulan sampah per penduduk.

c) *Weight-volume Analysis*

Pengukuran timbulan sampah dengan menggunakan jembatan timbang sehingga diketahui jumlah sampah harian yang masuk ke fasilitas yang kemudian dihubungkan dengan data penduduk daerah yang dilayani maka diperoleh data timbulan sampah per penduduk.

d) *Material Balance Analysis*

Menganalisis secara cermat aliran bahan masuk, bahan yang hilang dalam sistem, dan aliran bahan yang menjadi sampah dari sebuah sistem yang ditentukan batas-batasnya atau *system boundary* (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan SNI 19-3964-1994 mengenai metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan, atau pengukuran secara langsung timbulan sampah yang dihasilkan dari sejumlah sampel.

### 2.3 Karakterisasi Sampah Organik

Karakter atau karakteristik adalah suatu sifat yang khas pada suatu bahan sedangkan karakterisasi adalah perlakuan yang dilakukan untuk mengetahui suatu sifat khas atau karakteristik dari bahan tersebut. Karakteristik dari sampah organik rumah tangga bergantung dengan jenis dan komposisi sampah tersebut. Langkah untuk mengetahui pemanfaatan sampah organik rumah tangga yang tepat maka perlu diketahui seberapa besar potensi timbulan dan juga mengetahui karakteristik dari sampah organik tersebut baru kemudian ditentukan akan dimanfaatkan sebagai apa sampah organik rumah tangga tersebut. Komposisi sampah secara umum dibagi menjadi 9 jenis antara lain sampah sisa makanan, kertas, *disposable nappies*, kayu, kain dan tekstil, karet/kulit, plastik, logam, gelas, dan sampah jenis lain (KLHK, 2012). Karakterisasi sampah organik dilakukan untuk mempermudah proses pengolahan sampah organik rumah tangga yaitu dengan mengklasifikasikan sampah organik menjadi tiga kategori sampah yaitu sisa makanan, sisa sayuran, dan sisa buah-buahan.

### 2.4 Sifat Fisikokimia Sampah Organik

Karakteristik sampah organik rumah tangga tergantung pada sifat dan jenis sampahnya. Sampah organik yang dihasilkan dari wilayah tertentu menunjukkan sifat berdasarkan penduduk, makanan, kebiasaan lainnya, dan berdasarkan faktor-faktor ini sifat dan karakteristik sampah organik yang dihasilkan akan berbeda dari satu tempat ke tempat lain. Pemanfaatan dari sampah organik rumah tangga dapat ditentukan dengan mengarakterisasi sampah organik rumah tangga dengan beberapa parameter yang dianalisis yaitu Kadar Air, pH, *Total Solid*, *Total Suspended Solid*, *Chemical Oxygen Demand*, *Volatile Solid*, Kadar Abu, dan Analisis *Ultimate*.

#### 2.4.1 Kadar Air dan *Total Solid*

Kadar Air atau KA adalah jumlah air yang terkandung dalam bahan dan dinyatakan dalam satuan persen atau perbedaan antara berat sesudah dan sebelum dilakukannya pemanasan (banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan). Kadar air sangat

berpengaruh dalam mempercepat terjadinya perubahan dan penguraian bahan-bahan organik yang digunakan. Kadar air memiliki hubungan erat dengan *Total Solid* (TS) atau Padatan Total. *Total Solid* sesuai dengan pernyataan Loughrin *et al.* (2009) adalah jumlah padatan yang tertinggal sebagai residu setelah penguapan bahan. *Total Solid* terdiri atas bahan terlarut (*dissolved solid*) dan tidak terlarut (*suspended solid*) yang ada di dalam bahan organik.

#### **2.4.2 Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat keasaman atau alkalinitas dari suatu larutan. Penurunan pH menunjukkan bahwa di dalam air limbah tersebut telah terjadi aktivitas jasad renik yang mendegradasi bahan organik yang mudah terurai menjadi asam-asam. Kecepatan perkembangan organisme merosot sangat pesat pada pH di bawah 6 dan diatas 8. Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun air limbah. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis sehingga mengganggu proses penjernihannya (Vegantara, 2009).

#### **2.4.3 Chemical Oxygen Demand (COD)**

*Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan atau zat organik dengan senyawa oksidator dan pengujian nilai COD dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah polutan dalam sampel. Zat tersebut dapat dioksidasi oleh bahan kimia kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) sebagai *oxidizing agent* dalam asam, misalnya sulfat, nitrit kadar tinggi, dan zat-zat reduktor lainnya. Nilai COD merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan jumlah bahan organik yang ada di dalam air ataupun air limbah. Bahan organik tersebut dapat berupa biodegradasi dan non biodegradasi dalam air limbah. Nilai COD biasanya tiga kali lipat melebihi nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD), karena banyak bahan organik yang dapat dioksidasi secara kimiawi tetapi tidak secara biologis (Prayitno, 2008).

#### **2.4.4 Kadar *Total Suspended Solid* (TSS)**

*Total Suspended Solid* (TSS) adalah total padatan yang terdapat dalam larutan namun yang tidak terlarut, sedangkan berbeda dengan *Total Dissolved Solid* (TDS) yang berarti total zat padat yang terlarut dalam suatu larutan. TSS adalah bahan-bahan tersuspensi yang berdiameter  $> 1 \mu\text{m}$ . Kadar TSS yang tinggi menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga akan mengganggu proses fotosintesis dan menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas ke dalam air oleh tanaman. *Total Suspended Solid* yang tinggi juga menyebabkan penurunan kejernihan air (Alerts, 1987).

#### **2.4.5 Kadar *Volatile Solid* (VS)**

Menurut Loughrin *et al.* (2009), *volatile solid* adalah pecahan dari *total solid* (yang hilang pada saat pembakaran  $500^{\circ}\text{C}$ ). Penentuan VS dapat memberikan perkiraan materi organik yang ada dalam limbah, khususnya untuk proses biologis sebab dapat menyediakan: (1) bahan organik yang dapat diurai dan (2) penurunannya digunakan sebagai kontrol proses parameter. Jika VS ditentukan, residu dari TS dibakar dalam muffle pada suhu  $550^{\circ}\text{C}$  sampai berat konstan (Peces *et al.*, 2014). Pemanasan sampel air sampah organik rumah tangga hingga temperatur  $600^{\circ}\text{C}$  akan mengakibatkan *volatile solid* yang ada menguap (biasanya diklasifikasikan sebagai materi organik), dan padatan yang tersisa adalah *fixed solid* (diklasifikasikan sebagai materi anorganik) (Muchtadi, 2010).

#### **2.4.6 Kadar Abu**

Kadar *volatil* merupakan jumlah zat uap yang terkandung pada suatu bahan yang mengalami pemanasan sedangkan kadar abu menunjukkan jumlah zat yang tidak dapat menguap, dimana jika nilai kadar volatil rendah berarti kandungan organiknya rendah. Limbah makanan memiliki kandungan volatil 88,2% (Fisgativa, dkk., 2016).

#### **2.4.7 Analisis *Ultimate***

Rasio C/N bahan organik adalah perbandingan antara rasio massa karbon terhadap



massa nitrogen yang ada pada suatu bahan organik. Mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya. Karbon dijadikan sebagai sumber energi sedangkan nitrogen dijadikan sebagai nutrisi untuk mensintesis material sel, asam amino dan protein oleh mikroba. Rasio C/N tinggi, mengakibatkan aktivitas biologis mikroorganisme akan berkurang. Setiap bahan organik memiliki C/N rasio yang berbeda-beda. Sayuran dan sampah organik memiliki C/N rasio 20-30 dan bisa terurai dalam waktu mingguan. Daun muda memiliki C/N rasio 10-20 yang dapat terurai dalam waktu harian. Imbangan C/N yang optimum bagi mikroorganisme perombak adalah 25-30 (Simamora et al, 2011).

Rasio C/N yang rendah terjadi karena kandungan nitrogen yang tinggi dan dapat menyebabkan nitrogen hilang ke atmosfer dalam bentuk gas  $\text{NH}_3$  sehingga menimbulkan bau. Namun, rasio C/N tinggi berarti bahan organik mentah dan dapat merugikan jika langsung diberikan pada tanah karena bahan organik dapat digunakan oleh mikroba seperti bakteri ataupun fungi untuk mendapatkan energi hara yang seharusnya digunakan oleh tanaman (Wahyuni,dkk, 2017).

## **2.5 Potensi Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga**

Pemanfaatan atau pengelolaan sampah organik rumah tangga merupakan proses perubahan bentuk sampah dengan merubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah untuk meningkatkan nilai sampah tersebut (Jawoto, *et al.* 2018). Untuk mengetahui pemanfaatan sampah organik rumah tangga yang tepat maka perlu diketahui berapa potensi timbulan dan karakterisasi dari sampah organik tersebut. Parameter uji kadar C, H, N pada sampel dapat menjadi indikasi akan diolah menjadi apa sampah organik rumah tangga tersebut. Pemanfaatan yang biasanya dilakukan oleh masyarakat yaitu menjadikannya kompos. Kompos dapat dihasilkan dengan mudah dan dengan berbagai macam metode yang dapat disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Nilai C/N pada sampah organik berkisar 10-30 maka sampel bisa langsung di komposkan atau langsung diolah sebagai pupuk organik, namun apabila nilai hasil uji kadar C/N tinggi maka sebaiknya dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Pemanfaatan lainnya apabila kadar C/N dari sampah organik terlalu tinggi yaitu diolah dalam alat fermentasi anaerob (*digester*) sehingga sampah organik akan terdegradasi sehingga menurunkan kadar C/N dan juga menghasilkan biogas. Gas metana yang terkandung dalam biogas hasil dari proses fermentasi *digester* tersebut dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Kandungan utama dalam biogas adalah metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) (Novita, 2012). Produksi gas juga tergantung pada kinerja bakteri metanogen (yang menghasilkan gas metan dalam proses fermentasi) yang dipengaruhi oleh kadar pH, suhu, kandungan nutrisi dan waktu retensi (waktu tinggal dalam *digester*). Energi biogas diperoleh melalui metode *digester anaerobic* (Moertinah, 2010). Metode ini menggunakan beragam jenis mikroba yang dapat mengubah biomassa dan sampah organik rumah tangga menjadi biogas dengan cara mendegradasi material organik tanpa melibatkan oksigen dan bantuan bakteri (Dahunsi *et al.*, 2017). Parameter pengujian untuk penentuan pemanfaatan sampah organik rumah tangga masih banyak lainnya seperti uji *Total Solid*, *Total Suspended Solid*, *Chemical Oxygen Demand*, *Volatile Solid*, dan Kadar Abu.

Gas metana merupakan komponen utama biogas yang dapat dijadikan bahan bakar karena nilai kalori yang cukup tinggi sehingga biogas dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga, pekerja penggerak mesin, sebagai sumber energi untuk memasak, atau dikonversi menjadi listrik (Sunaryo, 2014). Menurut Culhane (2010), kandungan biogas terdiri dari campuran 60-70% metana dan 30-40%  $\text{CO}_2$  dengan kandungan  $\text{H}_2\text{S}$  yang dapat terbakar sama dengan bahan bakar. Produksi gas tergantung pada kinerja bakteri metanogen yang dipengaruhi oleh pH, suhu, kandungan nutrisi dan waktu retensi (waktu tinggal dalam *digester*) (Moertinah, 2010). Biogas yang dihasilkan dari bahan organik ditampung dalam *biodigester*, proses penguraian bahan organik terjadi secara anaerob. Biogas terbentuk pada hari ke 4-5 sesudah *biodigester* terisi penuh dan mencapai puncak pada hari ke 20- 25 (BPPT, 1997a). Proses pembentukan biogas secara garis besar dibagi menjadi 3 tahapan, pertama adalah tahapan *Hydrolysis*, pada tahap ini bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat

kompleks; protein, dan lipid menjadi senyawa rantai pendek. Kedua adalah tahapan Asidifikasi atau pengasaman dimana pembentukan asam pada kondisi anaerob penting untuk pembentukan gas metana. Ketiga yaitu tahap pembentukan gas metana, pada tahapan ini senyawa hasil proses asidifikasi diubah menjadi metana dan CO<sub>2</sub>.

Biogas yang dihasilkan tidak memiliki warna, tidak berbau, dan bersifat *flammable* (mudah terbakar) (Adiwinata, 2014). Pengolahan (proses fermentasi) sampah organik rumah tangga sebanyak 100 liter menghasilkan biogas sebanyak 554,32 liter atau 55,432m<sup>3</sup>. Nilai kalori bahan bakar biogas sekitar 4785 kcal/m<sup>3</sup> atau 4,785 kcal/liter (Pertiwiningrum, 2010) berarti akan menghasilkan kalori sebanyak 2.652 kilokalori. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sampah organik rumah tangga sangat efektif sebagai bahan bakar jika diolah dengan serius apalagi disaat harga bahan bakar fosil sekarang sangat mahal, disamping itu pengolahan sampah organik rumah tangga juga dapat mengatasi pencemaran lingkungan terutama bagi sumber air tanah. Biogas mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi sekitar 4800 kcal/m<sup>3</sup> sampai 6700 kcal/m<sup>3</sup>, sebanyak 1000 ft<sup>3</sup> (28,32 m<sup>3</sup>) biogas sama dengan galon (1 US *gallon* = 3,785 liter) *butane* atau 5,2 *gallon gasolin* (bensin) atau 4,6 *gallon* minyak diesel. Untuk memasak pada rumah tangga dengan 4-5 anggota keluarga cukup 150 ft<sup>3</sup> per hari (Goendi, 2008).

Sifat biogas yaitu 20% lebih ringan dari udara dan memiliki suhu pembakaran antara 650°C sampai 750°C, yang apabila dibakar akan menghasilkan nyala api biru seperti gas LPG. Nilai kalor gas metana adalah 20MJ/m<sup>3</sup> dengan efisiensi pembakaran 60% pada konvensional kompor biogas (Widodo dkk, 2008). Biogas memiliki nilai kalori energi yang setara dengan minyak tanah dan menghasilkan listrik. Oleh karena itu, biogas sangat cocok menggantikan minyak tanah, LPG, dan bahan bakar fosil lainnya. Semakin tinggi kandungan metana dalam bahan bakar semakin besar kalori yang dihasilkan (Wahyuni, 2013). Pembuatan biogas dapat bermanfaat karena biogas dapat memecahkan masalah pengaruh gas rumah kaca, polusi bau yang tidak sedap, sebagai pupuk, dan produksi daya dan panas (Inderawati, 2016).

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Mei 2021. Pengambilan sampel sampah organik rumah tangga akan dilakukan di daerah Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Bandar Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *crusher*, timbangan, pH metersentrifugator, *MSC (Microbiological Safety Cabinet)* atau lemari asam, *vortex*, *furnace*, oven, *spektrofotometer*, desikator, *Elemental Analyzer*, dan peralatan gelas lainnya. Bahan yang digunakan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia adalah sampah organik rumah tangga (sisa nasi, sisa sayuran, sisa buah-buahan) yang diambil dari 10 titik pada rumah tangga. Selain itu juga dibutuhkan bahan-bahan untuk pembuatan reagen yaitu kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), dan aquades.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif dan kemudian menyajikan data pengamatan dalam bentuk tabel dan grafik yang dianalisis secara deskriptif berdasarkan kondisi operasi penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan empat tahapan kerja yaitu pengumpulan bahan baku, pengkategorian bahan baku, dan karakterisasi sampah organik rumah tangga serta perhitungan potensi energi.

### **3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.4.1 Pengumpulan Bahan Baku**

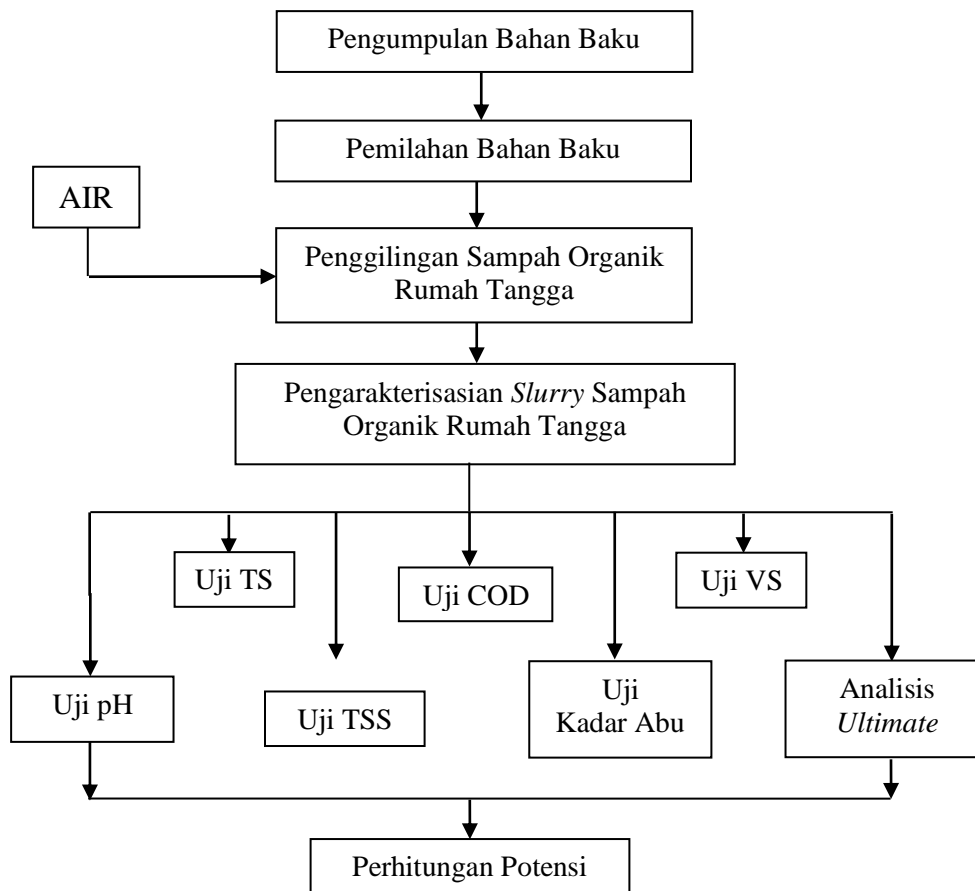
Penelitian ini menggunakan dasar metode yang mengacu dalam pengambilan sampel sampah yaitu pada SNI 19-3964-1994 dengan judul “Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan”. Pengambilan sampah organik rumah tangga diperoleh dari 10 titik lokasi pengambilan yang dikumpulkan setiap harinya selama 10 hari dengan mengetahui jumlah orang pada titik lokasi rumah yang diambil di Kelurahan Kali Balau Kencana, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung.

#### **3.4.2 Pemilahan Bahan Baku**

Pemilahan sampah organik rumah tangga dilakukan untuk mempermudah pengamatan dan analisis yang dilakukan, pemilahan dibagi menjadi dua tahapan yang pertama adalah seleksi sampah organik rumah tangga apabila masih ada sampah anorganik yang masuk dalam sampel, kemudian dipilah kembali berdasarkan kategorinya yaitu sampah sayuran, sampah makanan, dan sampah buah yang kemudian di ukur total timbulan sampah yang dihasilkan dengan penimbangan.

#### **3.4.3 Karakterisasi Bahan Baku**

Karakterisasi bahan baku bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakter bahan baku sehingga dapat menjadi pembanding pada hasil penelitian. Bahan yang akan dikarakterisasi adalah sampah organik rumah tangga yaitu dari penghancuran sampah sisa makanan, sayuran, dan buah. Parameter dalam pengamatan karakterisasi sampah organik rumah tangga dilakukan dengan dianalisa antara lain Kadar Air dan *Total Solid* (TS), pH, *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand Soluble* (CODS), *Volatile Solid* (VS), Kadar Abu, dan Analisis *Ultimate*. Prosedur pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Prosedur pelaksanaan penelitian

### 1. Kadar Air dan *Total Solid* (TS) Sampah Organik Rumah Tangga

Pengujian kadar air (KA) dilakukan dengan memanaskan bahan yang telah diukur bobotnya sebelumnya pada neraca analitik pada suhu 105°C selama 3 jam atau hingga berat dari bahan menjadi konstan, kemudian pindahkan pada desikator dan tunggu hingga suhu menurun kemudian diukur bobot kering bahan. Bobot yang hilang adalah bobot air (van Reewijk, 1993). Perhitungan Kadar Air (%) = (kehilangan bobot / bobot contoh) x 100, sebagai perhitungan faktor koreksi kadar air adalah (fk) = 100 / (100 – kadar air) (Sujadi dan Widjik, 1971).



*Total solid* adalah banyaknya materi organik dan anorganik dalam sampah organik rumah tangga. Prinsip penentuan TS ini adalah dengan cara pemanasan pada suhu 103°C-105°C dengan menggunakan metode analisis :

- a. Memasukkan sejumlah *filtrat* dalam cawan.
- b. Memanaskan dalam *oven* pada suhu 105°C selama 1 jam.
- c. Mendinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan menimbang.
- d. Mengulangi siklus pengeringan , pendinginan, dan penimbangan sampai berat konstan diperoleh atau sampai perubahan berat kurang dari 4% dari berat sebelumnya atau 0,5 mg
- e. Mencatat berat dan menghitung jumlah zat padat.

$$\text{mg TS/L} = \frac{A - B \times 1000}{\text{Volume Sampel (ml)}}$$

Keterangan : A = Berat residu kering + cawan, setelah pemanasan 105°C (mg)

B = Berat cawan (mg)

(APHA AWWA WEF, 2017).

## 2. Pengujian Derajat Keasaman (pH) *slurry*

Pengujian pH dilakukan dengan membilas elektroda pada pH meter dengan air suling sebanyak tiga kali dan keringkan dengan tisu. Rendam elektroda ke dalam sampel selama ± 1 menit kemudian keringkan dengan tisu. Ganti sampel dan rendam elektroda ke dalam sampel baru tersebut sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap (APHA AWWA WEF, 2017).

## 3. Kandungan *Total Suspended Solid (TSS) slurry*

Pengujian TSS dilakukan dengan mengambil 50 – 200 mL sampel yang sudah di homogenkan dan saring menggunakan filter vakum dan kertas saring yang telah diketahui bobot awalnya. Keringkan cawan yang berisi kertas saring di dalam *oven* pada suhu 105°C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator dan timbang. Catat bobot sebagai bobot akhir. Ulangi pengerjaan hingga perubahan bobot <0,5 mg (APHA AWWA WEF, 2017).

Rumus perhitungan TSS:

$$TSS \text{ (mg/L)} = \frac{(B - A) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

A : Berat cawan + kertas saring kosong (mg)

B : Berat cawan + kertas saring + residu (mg)

V : Volume sampel (mL)

#### 4. Kandungan *Chemical Oxygen Demand Soluble (CODS) slurry*

Pengujian COD dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 2,5 ml kemudian tambahkan 1,5 ml *digestion solution* dan 3,5 ml reagen asam sulfat. *Refluks* campuran sampel dan reagen tersebut pada suhu 150°C selama 2 jam. Dinginkan sampai suhu ruang dan uji menggunakan *spektrofotometer* pada panjang gelombang 420 nm (APHA AWWA WEF, 2017).

Reagen yang diperlukan untuk pengujian COD terdiri dari:

- a) *Digestion solution* : larutkan 10,216 gram  $K_2Cr_2O_7$  yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 ml air suling. Kemudian tambahkan 167 ml  $H_2SO_4$  pekat dan 33,3 gram  $HgSO_4$ . Setelah itu encerkan sampai 1000 ml.
- b) Reagen asam sulfat : larutkan  $Ag_2SO_4$  ke dalam  $H_2SO_4$  pekat dengan perbandingan 5,5 gram  $Ag_2SO_4$  untuk 1 kg  $H_2SO_4$ . Atau setara dengan 10,12 gram  $Ag_2SO_4$  untuk 1000 ml  $H_2SO_4$  pekat. Diamkan selama 1 – 2 jam agar larut sempurna, kemudian homogenkan

Rumus perhitungan COD:

$$COD \text{ (mg/L)} = \frac{[sampel] \times 1000}{V}$$

Keterangan:

[sampel] : konsentrasi sampel hasil pembacaan (mg)

V : Volume sampel (mL)

### 5. Kandungan *Volatile Solid* (VS) Sampah Organik Rumah Tangga

*Volatile Solid* (VS) adalah banyaknya materi organik dalam sampah organik rumah tangga yang terbakar atau hilang pada suhu 550°C setelah pemanasan pada suhu 105°C. Metode perhitungan VS dengan menggunakan metode analisis :

- a. Memanaskan residu yang dihasilkan oleh Metode 2540-D pada suhu 550°C.  
Biasanya, 15 sampai 20 menit diperlukan untuk 200 mg residu. Namun, lebih dari satu sampel dan / atau residu yang lebih berat dapat membebani pembakaran dan membutuhkan waktu pengapian yang lebih lama.
- b. Mendinginkan disk sebagian di udara sampai sebagian besar panas telah hilang.
- c. Memindahkan ke desikator untuk pendinginan akhir dalam suasana kering.
- d. Menimbang disk segera setelah didinginkan untuk menyeimbangkan suhu.
- e. Mengulang siklus pembakaran, pendinginan, pengeringan, dan penimbangan hingga berat konstan diperoleh atau perubahan berat kurang dari 4% atau 0,5 mg.
- f. Mencatat berat dan menghitung jumlah zat organik

$$mg \text{ VS/L} = \frac{A - B \times 1000}{\text{Volume Sampel (ml)}}$$

Keterangan:

A = Berat residu + filter setelah pemanasan 103°C (mg)

B = Berat residu + filter setelah pembakaran 550°C (mg)

(APHA AWWA WEF, 2017).

### 6. Kadar Abu Sampah Organik Rumah Tangga

Kadar abu/sisa pijar ditetapkan dengan cara pengabuan pada suhu 550°C – 600°C, sehingga bahan organik menjadi CO<sub>2</sub> dan logam menjadi oksida logamnya. Panaskan bahan kering yang telah diketahui bobotnya ke dalam tanur yang mula-mula diabukan pada suhu 300°C selama 1,5 jam dan selanjutnya suhu 550°C - 600°C selama 2,5 jam. Kemudian matikan tanur dan pindahkan bahan ke dalam desikator dan tunggu hingga dingin kemudian timbang.

$$\text{Kadar abu (\%)} = W_2 / W \times f_k \times f_{ki} \times 100$$

Keterangan :

W<sub>2</sub> = berat abu dalam gr

W = berat contoh dalam gr

fki = faktor koreksi bahan ikutan = (100 - % bahan ikutan)/100

fk = faktor koreksi kadar air = 100/(100 - % kadar air).

(Horwitz, William. 2000).

## 7. Analisis *Ultimate* Sampah Organik Rumah Tangga

Kandungan C, N, H, dan O sampah organik rumah tangga diukur dengan substrat bahan segar. Pengukuran dilakukan dengan *Elementar Analyzer* atau *Elementer Vertalizer (Vorro El-Cobe)*. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan sampel sebanyak 20 mg pada *thin foil* yang kemudian sampel tersebut dimasukkan ke dalam *elementer analyzer* dan dianalisa digunakan suhu 1200°C selama 30 detik.

### 3.4.4 Perhitungan Potensi Pemanfaatan

Perhitungan potensi biogas dapat dilakukan dengan berbagai metode yang dapat menggunakan nilai dari rasio C/N hasil uji Analisis *Ultimate* atau dengan nilai COD dari *slurry*, namun pada penelitian ini perhitungan potensi biogas akan dilakukan dengan menggunakan nilai TS (*Total Solid*). Rumus untuk mencari total potensi biogas menurut Senol, 2019 adalah sebagai berikut :

$$\text{TMPi (m}^3\text{/thn)} = \text{AOMi} \times \text{Ci} \times \text{ERi}$$

Keterangan :

TMPi = Total Potensi Metan (m<sup>3</sup>/thn)

AOMi = Jumlah Tahunan Bahan Organik (ton/org/thn)

Ci = Jumlah Penduduk (Jiwa)

ERi = Hasil Percobaan (m<sup>3</sup>/ton)

berdasarkan rumus diatas dapat diketahui berapa total potensi biogas yang dihasilkan dengan menghitung :

A. Perhitungan Jumlah Tahunan Bahan Organik (AOMi) dengan rumus:

AOMi = Jumlah sampah pertahun (ton/orang/tahun)

diketahui = a. Jumlah Sampah / orang / hari

b. 1 Tahun = 365 hari

c. 1 Ton = 1000kg

d. Nilai TS

Rumus =

$$AOMi = \frac{(a \times b \times d)}{c}$$

B. Data Jumlah Penduduk dinyatakan sesuai wilayah (Ci) :

Ci = Jumlah Penduduk (Jiwa)

C. Perhitungan nilai hasil percobaan (ERi) dengan rumus:

ERi ( $m^3$  CH<sub>4</sub> / ton TS) = Nilai Hasil Percobaan

diketahui = a. Produktivitas Biogas Nilai Hasil Percobaan

ERi = 550 mL CH<sub>4</sub> / gram VS

(Shamurad, 2020)

b. Konversi VS / TS (Bedoic, 2020) = 0,9

c. 1 m<sup>3</sup> = 1.000.000 mL

d. 1 Ton = 1.000.000 gram

Rumus

1. =

$$ERi = \frac{a \times c}{d} = x (m^3 \text{ biogas} / \text{Ton TS})$$

2. =

$$ERi = x \times b (m^3 \text{ CH}_4 / \text{Ton TS})$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Timbulan sampah organik rumah tangga per orang dalam sehari di Kelurahan Kali Balau Kencana adalah 0,10866 kg, sehingga timbulan sampah organik rumah tangga perharinya di Kelurahan Kali Balau Kencana mencapai angka 984,894 kg.
2. Karakterisasi sampah organik rumah tangga yang dihasilkan menunjukkan tingginya kadar air hingga mencapai 99% , serta hasil dari pengujian C/N rasio, O/C, H/C, yang berarti pemanfaatan sampah organik rumah tangga lebih cocok digunakan sebagai bahan baku biogas.
3. Total Potensi Metan (TMPi) yang terbentuk dari hasil pengujian adalah 2,43 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per kapita.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukannya penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan sampah organik rumah tangga menjadi biogas, dengan cakupan wilayah yang diamati lebih luas juga merata pada berbagai strata ekonomi sehingga didapati nilai potensi yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiwinata F. 2014. *Potensi Emisi Gas Rumah Kaca dari Air Limbah Industri Tapioka Rakyat (Ittara)*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Ajrina FI. 2020. Kinerja pengelolaan sampah kota bandar lampung berdasarkan sudut pandang pemerintah. *Journal of Planning and policy Development*. Institut Teknologi Sumatera. Lampung.
- APHA AWWA WEF. 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23<sup>rd</sup> Edition 2017*. American Public Health Association, Washington, DC. 186-592.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2019. *Jumlah Penduduk Provinsi Lampung tahun 2000-2019*. Tersedia pada: <http://lampung.bps.go.id/> [diakses pada 22 Februari 2021].
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia: Air dan Lingkungan. Produksi dan Volume Sampah yang terangkut per hari menurut kota tahun 2018-2019*. Statistik Indonesia. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. SNI 19-3964-1994.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Badan Standarisasi. SNI 19-2454-2002
- Bedoic, R., Petrovic, A., Vohl, S., Cucek, L., Simonic, M., and Ban, I. 2020. Thermo-Gravimetric Analysis of Solid Fraction od Digestate Obtained by Rumen Fluid-Enhanced Anaerobik Co-Digestion of Sewage Sludge and Cattail. *Chemical Engineering Transaction*, 81, 955-960.
- BPPT, 1997a. *Teknologi pengolahan limbah tahu-tempe dengan proses biofilter anaerob dan aerob*, <http://www.enviro.bppt.go.id> (diakses pada 24 januari 2021).
- Culhane Dennise P. dan Byrne T. 2010. *Ending Chronic Homelessness: Cost-Effective Opportunities for Interagency Collaboration*. University of Pennsylvania. United States.



- Dahunsi, SO. dan Solomon O. 2017. Cleaner energy for cleaner production: Modeling and optimization of biogas generation from *Carica papayas* (Pawpaw) fruit peels. *Journal of Cleaner Poduction*. Vol 156: 19-29
- Damanhuri, E., Padmi, T. 2010. Pengelolaan Sampah Diktat Kuliah Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB. Bandung. ITB.
- Dinas Pekerjaan Umum, 2004. "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan". Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Djuarnani, N., Kristian. Budi, S. 2005. Cara Cepat Membuat Kompos.. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Fisgativa, H., Tremier, A., dan Dabert, P. (2016). Characterizing the Variability of Food Waste Quality: A Need for Efficient Valorisation Through Anaerobic Digestion. *Journal of Waste Management*. Vol.50: 264-274.
- Garcilasso VP, Velázquez SMSG, Coelho ST, and Silva LS. 2011. *Electric energy generation from landfill biogas - Case study and barriers*. ICECE 2011 - Proc. 5250–5253.
- Goendi, S., Purwadi, T., Nugroho, A.P., 2008. Kajian model digester limbah cair tahu untuk produksi biogas berdasarkan waktu penguraian. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hasibuan, R. 2016. Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmiah Advokasi*. Vol. 4(1): 42-52 STKIP Labuhanbatu. Sumatera Utara.
- Horwitz, W. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th edition, Volume I, Agricultural Chemicals, Contaminants, Drugs*. AOAC International, Maryland USA..
- Iryani DA, Ikromi M, Despa D, Hasanudin U. 2019. Karakterisasi sampah padat kota dan estimasi emisi gas rumah kaca di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung Kota Bandarlampung. *JPSL* 9(2): 218-228. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.9.2.218-228>
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca. Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca*, Pengelolaan Limbah Nasional. Vol 4:19-61.

- Loughrin, J.H., Vanotti, M.B. Szogi, A.A., and Lovanh, N. 2009. Evaluation of Second-Generation Multistage Waste Treatment System for the Removal of Molodors from Liquid Swine Waste. *Jurnal of Environmental Quality*. vol. 38 : 1739-1748.
- Marsudi. 2012. Produksi biogas dari limbah rumah tangga sebagai upaya mengatasi krisis energi dan pencemaran lingkungan. Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung.
- Moertinah, S. 2010. Kajian Proses Anaerob sebagai Alternatif Teknologi Pengelolaan Air Limbah Industri Organik Tinggi. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Vol 1 (2). 104-114.
- Muchtadi, T.R., Ayustaningwarno, F. 2010. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. ALFABETA, CV. Bandung.
- Novita, E. 2012. *Desain Proses Pengolahan Pada Agroindustri Kopi Robusta Menggunakan Modifikasi Teknologi Olah Basah Berbasis Produksi Bersih*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.
- Peces, M., Astals, S., Mata-Alvares, J. 2014. Assessing total and volatile in municipal solid waste samples. *Journal of Environmental Technology*. 35(24): 3041-3046.
- Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012. *Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
- Pertiwiningrum, A., Saputra, T., Triatmojo, S. 2010. Produksi Biogas Dari Campuran Feses Sapi Dan Ampas Tebu (Bagasse) Dengan Rasio C/N Yang Berbeda. *Buletin Peternakan*. Vol. 34(2): 114-122.
- Phelia, A., Damanuri, E. 2019. Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus Tpa Bakung Kota Bandar Lampung). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 25, (2): 85-100.
- Prayitno, T. 2008. *Pemisahan Padatan Tersuspensi Limbah Cair Tapioka dengan Teknologi Membran sebagai Upaya Pemanfaatan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Putra. Y. 2011. *Pengelolaan Limbah Rumah Tangga (Upaya Pendekatan dalam Arsitektur)*. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Saputro W. 2016. *Pengelolaan Limbah atau Sampah Organik*. Ilmu Lingkungan. Universitas Lampung. Lampung.

- Senol, Halil., 2019. Biogas Potential of hazelnut shells and hazelnut wastes in Giresun City. Giresun University. Giresun. Turkey.
- Simamora, N. 2011. *Performa produksi dan karakteristik organ dalam ayam kampung umur 12-16 minggu yang diinfeksi cacing *Ascaridia galli* dan disuplementasi ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn)*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2020. Timbulan Sampah Rumah Tangga seluruh Kabupaten/Kota di Indonesia. Indonesia.
- Spencer, J. L., dan Van Heyst, B. J. (2013). Effect of different intermediate amendments on ph and amonia emissions of composted poultry mortalities. *Journal of Applied Poultry Research*. Vol 22(4) : 700–714.
- Standar Nasional Indonesia. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. SNI 19-3964-1994.
- Sudaryati dan Usman, D. S, Winarti, S. 2015. Karakterisasi dan aktivitas antioksidan rosela kering (*hibiscus sabdariffa* l.). *Jurnal Rakapangan*. Vol 9(2): 17-24.
- Sudibyo, H., Majid, A. I dan Pradana, Y. S. (2017). *Technological Evaluation of Municipal Solid Waste Management System in Indonesia*. Energy Procedia, 105 : 263-269.
- Sudjadi, M., I.M. Widjik S. dan M. Soleh. 1971. Penuntun Analisa Tanah. Publikasi No.10/71, Lembaga Penelitian Tanah, Bogor.
- Sunaryo, dan Erma Nurmalitasari. 2014. *Injeksi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Pada Media Pemeliharaan Terhadap Biomassa dan Kandungan Total Lipid Mikroalga *Tetraselmis chuii**. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sutrisno dan Suciati. 1991. Teknologi Penyediaan Air Bersih. Rineka Cipta Karya. Jakarta.
- Taib, G. 1988. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. PT. Mediyatama Sarana Perkasa: Jakarta.
- Tanjungsari, H., Sudarno dan Andrani, P. 2016. Pengaruh sistem pengolahan air limbah domestik terhadap kualitas air sumur ditinjau dari konsentrasi tds, klorida, nitrat, cod, dan total coliform. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 5(1): 1-11.
- Terraza H, Willumsen H. 2019. *Guidance note on LFG capture and utilization*. Inter-American Development Bank, USA, *capture and utilization*. Inter-American

Development Bank: USA.

Tissot, B. P., dan Welte, D. H., 1984, *Petroleum Formation and Occurrence*, Springer Verlag Berlin Heidelberg: Germany.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 *Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

Van Krevelen D.W. 1950. Graphical statistical method for the study of structure and reaction processes of coal. *Fuel*, Vol. 29, 269.

van Reeuwijk, L.P. 1993. *Procedures for Soil Analysis. 4th ed. Technical Paper, International Soil Reference and Information Centre*. Wageningen, The Netherlands.

Vegantara, D.A. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Tapioka Menggunakan Kotoran Sapi Perah Dengan Sistem Anaerob*. Skripsi. Jurusan Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Wahyuni, T., Kusnadi, H., dan Honorita, B. (2017). *Status Unsur Hara Karbon Organik dan Nitrogen Tanah Sawah Tiga Kabupaten di Provinsi Bengkulu*. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2017, 726-730.

Waples, D. W., 1985, *Geochemistry in Petroleum Exploration*, International Human Resources Development Corporation: USA.

Widodo, A. 2008. *Pengaruh Waktu Tinggal Hidrolik Terhadap Kinerja Bioreaktor Anaerob dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.

Yulistiawati, Endang. 2008. *Pengaruh Suhu dan C/N Rasio terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Zhang, R., El-Mashad, H. M dan Hartman, K. (2007). Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion. *Journal of Bioresource Technology*. Vol 98 : 929-935.