

***UP-SCALING ANAEROBIC DIGESTION DARI LIMBAH POME
(PALM OIL MILL EFFLUENT) DENGAN TANAH GAMBUT
DALAM PRODUKSI BIOGAS***

TUGAS AKHIR



Amanda Felia Farsya

1172005011

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Amanda Felia Farsya

NIM : 1172005011

Tanda Tangan : *Amanda*

Tanggal : 23 November 2021

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Amanda Felia Farsya
NIM : 1172005011
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : *Up-scaling Anaerobic Digestion* Dari Limbah POME (*Palm Oil Mill Effluent*) Dengan Tanah Gambut Dalam Produksi Biogas

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk melakukan penelitian pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM



Pembimbing 2 : Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., PhD .



Penguji 1 : Sirin Fairus, S.TP, M. T.



Penguji 2 : Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., IPM



Ditetapkan di : Senin

Tanggal : 22 November 2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas ridho dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Pada penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan dan doa dari berbagai pihak, maka sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang selalu mendukung serta mendoakan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah membimbing, memberi saran dan selalu mendukung penulis;
3. Bapak Aqil Azizi, PhD. selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Bakrie dan Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah membimbing, memberi saran dan selalu mendukung penulis;
4. Pemberi Hibah Penelitian yaitu Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Indonesia (PTUPT *Scheme*).
5. Ibu Sirin Fairus, S.TP, M. T. selaku Penguji I dan Dosen Pembimbing Akademis penulis;
6. Bapak Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., IPM selaku Penguji II dan Dosen Akademik Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie;
7. Ibu Prisma Nursetyowati, S.T., M.T. selaku Dosen Akademik Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie
8. Ibu Sandra Madonna, S.Si., M.T. selaku Dosen Akademik Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie
9. Mas Erdy selaku staff Teknik Lingkungan yang membantu penulis dalam pengurusan surat-surat dalam pelaksanaan Tugas Akhir penulis;
10. Kak Risti yang telah membantu penulis dalam berbagai hal yang berhubungan dengan Tugas Akhir penulis;

11. Teman-teman *Group* Dunia Kerja Depan Mata yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis;
12. Teman-teman Teknik Lingkungan 2017 yang telah memberikan semangat kepada penulis.

Penelitian ini dibiayai oleh hibah dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Indonesia (PTUPT *Scheme*) dengan nomor kontrak yaitu 234/E4.1/AK.04.PT/2021; 3585/LL3/KR/2021; 115/SPK/LPP-UB/VII/2021, dan dari Universitas Bakrie dengan nomor kontrak yaitu 130/SPK/LPP-UB/VII/2021.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua.

Jakarta, 14 Oktober 2021



Amanda Felia Farsya

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Amanda Felia Farsya
NIM : 1172005011
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Univeritas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Up-scaling Anaerobic Digestion Dari Limbah POME (Palm Oil Mill Effluent)
Dengan Tanah Gambut Dalam Produksi Biogas

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 23 November 2021

Yang Menyatakan



Amanda Felia Farsya

UP-SCALING ANAEROBIC DIGESTION DARI LIMBAH POME (PALM OIL MILL EFFLUENT) DENGAN TANAH GAMBUT DALAM PRODUKSI BIOGAS

Amanda Felia Farsya

ABSTRAK

Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit (PKS). Pengolahan POME yang banyak digunakan pada saat ini yaitu sistem kolam anaerobik. Sistem anaerobik tersebut menyebabkan sejumlah gas metana yang dihasilkan dapat terlepas ke atmosfer sehingga dapat menimbulkan pemanasan global dan perubahan iklim. Selain itu, limbah ini memiliki COD dan BOD yang tinggi sehingga berbahaya bagi lingkungan jika dibuang secara langsung. Gas metan yang dihasilkan dapat ditangkap dan diubah menjadi biogas memberikan salah satu alternatif dalam mengurangi dampak emisi gas rumah kaca. Tanah gambut mempunyai ragam mikroorganisme yang memiliki peran penting dalam proses Anaerobic Digestion (AD). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi biogas yang dihasilkan dari dekomposisi limbah organik yaitu POME dengan tanah gambut sebagai sumber mikroba dan melakukan *up-scaling* 40 L. Pada proses *Anaerobic Digestion* Pome dengan Tanah Gambut, produksi biogas tertinggi yaitu pada digester A yang mempunyai komposisi tanah 20 gram dengan produksi biogas tertinggi sebesar 4165 ml dibandingkan dengan digester B yang mempunyai komposisi tanah gambut 10 gram dengan produksi biogas tertinggi sebesar 3780 ml, hal ini membuktikan bahwa inokulum tanah gambut yang memiliki komposisi lebih banyak akan meningkatkan produksi biogas dikarenakan komposisi tanah gambut yang lebih banyak dapat memungkinkan jumlah mikroba yang berperan dalam proses AD akan lebih banyak. Pada proses *up-scaling* produksi biogas tertinggi yaitu pada hari ke-15 sebesar 8711 ml dan adanya indikasi gangguan proses pada *up-scaling* terlihat dari nilai pH, TS dan VS.

Kata kunci : *Palm Oil Mill Effluent* (POME), *Anaerobic Digestion* (AD), Tanah Gambut, Gas Metana, *Up-scaling*, Produksi Biogas, Gas Rumah Kaca

UP-SCALING ANAEROBIC DIGESTION OF WASTE POME (PALM OIL MILL EFFLUENT) WITH PEAT SOIL IN BIOGAS PRODUCTION

Amanda Felia Farsya

ABSTRAK

Palm Oil Mill Effluent (POME) is one of the wastes produced from oil palm plantations (PKS). The most widely used POME treatment at this time is the anaerobic pond system. The anaerobic system causes a number of methane gas produced to be released into the atmosphere so that it can cause global warming and climate change. In addition, this waste has high COD and BOD so that it is harmful to the environment if disposed of directly. The methane gas produced can be captured and converted into biogas, providing an alternative in reducing the impact of greenhouse gas emissions. Peat soil has a variety of microorganisms that have an important role in the process of Anaerobic Digestion (AD). This study aims to determine the production of biogas produced from the decomposition of organic waste, namely POME with peat soil as a source of microbes and perform up-scaling 40 L. In the Anaerobic Digestion POME process with peat soil, the highest biogas production is in digester A which has a soil composition of 20 gram with the highest biogas production of 4165 ml compared to digester B which has a peat soil composition of 10 grams with the highest biogas production of 3780 ml, this proves that the inoculum of peat soil which has more composition will increase biogas production due to the composition of more peat soil can allow the number of microbes that play more role in the AD process. In the up-scaling process, the highest biogas production was on the 15th day of 8711 ml and an indication of process disturbances in the up-scaling was seen from the values of pH, TS and VS.

Keywords : Palm Oil Mill Effluent (POME), Anaerobic Digestion (AD), Peat Soil, Methane Gas, Up-scaling, Biogas Production, Greenhouse Gases,

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME).....	4
2.2 Biomassa.....	5
2.3 Tanah Gambut.....	6
2.3.1 Sifat-sifat Tanah Gambut.....	7
2.4 Biogas.....	9
2.5 Proses Fermentasi Anaerobik.....	10
2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Anaerobik Digester.....	11
2.7 Gas Rumah Kaca.....	12
2.7.1 Pemanasan Global.....	13
2.8 Syringe.....	13
2.9 Alat Analisis Orsat.....	14
2.10 Peneliti Terdahulu.....	14
BAB III.....	17
METODE PENELITIAN.....	17

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.3 Prosedur Kerja Reaktor CSTR.....	20
3.4 Pengukuran Volume Biogas	21
3.5 Metode Penelitian	22
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.6. Diagram Alir	23
3.7 Pengambilan Data	23
3.8 Pengambilan Sampel Penelitian.....	24
3.9 Pengukuran Parameter Percobaan.....	26
3.9.1 Parameter pH.....	26
3.9.2 Parameter <i>Total Solid</i> (TS).....	26
3.9.3 Parameter <i>Volatile Solid</i> (VS)	27
3.9.4 Parameter Kandungan CO ₂	27
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 <i>Anaerobic Digestion</i> POME dengan Tanah Gambut.....	29
4.1.1 Produksi Biogas.....	29
4.1.2 Tingkat Keasaman (pH).....	33
4.2 <i>Up-scaling</i>	35
4.2.1 Produksi Biogas.....	35
4.2.2 Produksi Metan.....	37
4.2.3 <i>Total Solid</i> (TS) dan <i>Volatile Solid</i> (VS).....	39
4.2.4 Tingkat Keasaman (pH).....	42
4.3 Pengadukan.....	44
4.4 Perbandingan <i>Up-scaling</i> dan <i>Lab-scaling</i>	44
BAB V	46
KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.10. Peneliti Terdahulu	15
Tabel 3.1.1. Timeline Penelitian Proses AD POME dengan Tanah Gambut	17
Tabel 3.1.2. Timeline Penelitian Proses <i>Up-scaling</i>	18
Tabel 4.1.1.1. Produksi Biogas AD POME dengan Tanah Gambut	28
Tabel 4.1.1.2 Data Penelitian Tahun Pertama	29
Tabel 4.1.1.3. Produksi Metan AD POME dan Tanah Gambut	30
Tabel 4.1.1.4. Hasil Pengurangan terhadap Digester C	31
Tabel 4.1.2. Tingkat Keasaman AD POME dan tanah gambut	32
Tabel 4.2.1. Produksi Biogas <i>Up-scaling</i>	34
Tabel 4.2.2.1. Komposisi CO ₂	36
Tabel 4.2.2.2. Komposisi CH ₄	37
Tabel 4.2.2.3. Produksi Metan <i>Up-scaling</i>	38
Tabel 4.2.4. Tingkat Keasaman <i>Up-scaling</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.8. <i>Syringe</i>	14
Gambar 3.2.1. Alat dan Bahan AD POME dengan Tanah Gambut	19
Gambar 3.2.2. Reaktor CSTR	20
Gambar 3.4.1. <i>Volumetrik Gas</i>	21
Gambar 3.4.2. <i>Flow Meter</i>	21
Gambar 3.6. Diagram Alir	22
Gambar 3.7.1. Lokasi Pabrik Cikasungka	24
Gambar 3.7.2. <i>Palm Oil Mill Effluent (POME)</i>	25
Gambar 3.7.3. Sampel Tanah Gambut	25
Gambar 4.1.1.1. Produksi Biogas AD POME dengan Tanah Gambut	29
Gambar 4.1.1.2. Produksi Metan AD POME dengan Tanah Gambut	30
Gambar 4.1.1.3. Hasil Pengurangan terhadap Digester C	31
Gambar 4.2.1. Produksi Biogas <i>Up-scaling</i>	35
Gambar 4.2.2. Komposisi CO ₂ dan CH ₄	37
Gambar 4.2.3.1. Nilai TS <i>Up-scaling</i>	39
Gambar 4.2.3.2. Nilai VS <i>Up-scaling</i>	39
Gambar 4.2.3.3. Produksi Biogas	40