



**PRODUKSI BIOGAS LIMBAH CAIR PEMOTONGAN AYAM DENGAN
VARIASI BAHAN ORGANIK MENGGUNAKAN REAKTOR BATCH**

SKRIPSI

Oleh
Halimatus Sa'diya
NIM 151710201035

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PRODUKSI BIOGAS LIMBAH CAIR PEMOTONGAN AYAM DENGAN
VARIASI BAHAN ORGANIK MENGGUNAKAN REAKTOR BATCH**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Halimatus Sa'diya
NIM 151710201035**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Saya Persembahkan skripsi ini untuk kedua orang tua, Bapak (Eksan) dan Ibu (Juma'ati) yang selalu mengirimkan doanya dan selalu sabar menanti terselesaikannya masa studi. Dalam setiap langkah saya berusaha mewujudkan harapan-harapan Bapak dan Ibu impikan dari diri saya, meskipun belum semua bisa saya raih dan semoga dukungan serta doa kalian mimpi itu bisa terwujud.



MOTTO

“Perbedaan orang berilmu dan berharta adalah jika orang yang berilmu maka pemilik ilmu akan senantiasa dijaga olehnya, jika orang berharta maka pemilik harta yang senantiasa menjaganya” (Kholifah Sayyidina ‘Ali Bin Abi Thalib)



HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Halimatus Sa'diya

NIM : 151710201035

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Produksi Biogas Limbah Cair Pematangan Ayam dengan Variasi Bahan Organik Menggunakan Reaktor Batch” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 03 September 2019

Yang menyatakan,

Halimatus Sa'diya
NIM 151710201035

SKRIPSI

**PRODUKSI BIOGAS LIMBAH CAIR PEMOTONGAN AYAM DENGAN
VARIASI BAHAN ORGANIK MENGGUNAKAN REAKTOR BATCH**

Oleh
Halimatus Sa'diya
NIM 151710201035

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Elida Novita, S. TP., M. T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S. P., M. T.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Kelayakan Teknis Usaha Persewaan Perontok Padi di Kecamatan Tegalsari Kabupaten Banyuwangi” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 21 Agustus 2019
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Elida Novita, S. TP., M.T
NIP. 197311301999032001

Dr. Sri Wahyuningsih, S. P., M. T.
NIP. 197211301999032201

Ketua, Tim Penguji Anggota,

Ir. Tasliman, M. Eng
NIP 196208051993021002

Bayu Taruna Widjaja Putra, S. TP., M. Eng., Ph. D.
NIP 198410082008121002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Produksi Biogas Limbah Cair Pematongan Ayam dengan Variasi Beban Organik Menggunakan Reaktor Batch; Halimatus Sa'diya, 151710201035; 2019; 67 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Rumah pematongan ayam menghasilkan limbah cair dan limbah padat, jika limbah cair maupun limbah padat dibuang ke badan air akan mencemari lingkungan karena mengandung bahan organik yang tinggi. Pengolahan limbah secara anaerobik merupakan teknologi alternatif untuk mengurangi bahan organik. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) untuk menentukan bagaimana perbedaan potensi produksi biogas dari variasi perlakuan bahan organik limbah cair pematongan ayam pada reaktor batch dan 2) untuk menentukan efisiensi penurunan proses anaerobik pada penanganan limbah cair pematongan ayam.

Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan April 2018 sampai dengan bulan Mei 2019. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air, Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian dan Greenhouse Jurusan Hama dan Penyakit, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap. Tahap 1 yaitu pencampuran bahan organik berupa limbah cair pematongan ayam+ kotoran sapi dan tahap 2 yaitu melanjutkan penelitian 1 dari hasil perlakuan terbaik dengan penambahan bahan organik. Variasi perlakuan bahan organik pada penelitian 1 adalah sebagai berikut: 1) LA1 (limbah cair pematongan ayam: kotoran sapi 50%:50%), 2) LB1 (limbah cair pematongan ayam: kotoran sapi 60%:40%), 3) LC1 (limbah cair pematongan ayam: kotoran sapi 70%:30%), dan 4) Kontroll1 (limbah cair pematongan ayam 100%). Variasi perlakuan bahan organik pada penelitian 2 adalah sebagai berikut: 1) LA2 (pengambilan output bahan organik LA1 50% + penambahan limbah cair pematongan ayam 50%), 2) LB2 (pengambilan output bahan organik LB1 50% + penambahan limbah cair pematongan ayam 50%), 3) LC2 (pengambilan output bahan organik LC1 50% + penambahan limbah cair pematongan ayam 50%), dan 4) K2 (pengambilan output

bahan organik K1 50% + penambahan limbah cair pemotongan ayam 50%). Selanjutnya analisis data terkait efisiensi perlakuan dan analisis varian (ANOVA) dengan taraf nyata $\alpha=0,05$ atau 5%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan rata-rata produksi biogas tertinggi pada penelitian 1 yaitu perlakuan LA (limbah pemotongan ayam:kotoran ayam 50%:50%) sebesar 14,38 liter dan penelitian 2 yaitu perlakuan LA2 (pengambilan output bahan organik LA1 50% + penambahan limbah cair pemotongan ayam 50%) sebesar 4,35 liter. Efisiensi penurunan pada penelitian 1 yaitu dengan parameter COD sebesar 48,52% pada perlakuan LA1, BOD sebesar 48,00% pada perlakuan LA1, TDS sebesar 51,12% pada perlakuan LA1, TSS sebesar 65,04% pada perlakuan LB1, rasio C/N sebesar 69,11% pada perlakuan LA1. Sedangkan efisiensi penurunan pada penelitian 2 yaitu dengan parameter COD sebesar 48,88% pada perlakuan Kontrol2, BOD sebesar 33,61% pada perlakuan LB2, TDS sebesar 59,60% pada perlakuan LB2, TSS sebesar 92,07% pada perlakuan LCC2, dan rasio C/N sebesar 95,21% pada perlakuan LA2.

SUMMARY

Biogas Production of Chicken Slaughter Wastewater with Variety of Organic Materials Using Batch Reactor; Halimatus Sa'diya, 151710201035; 2019; 48 pages; Departement of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture Technology, Jember University.

Chicken slaughterhouse produces waste water and solid waste, if both waste water and solid waste are discharged into water bodies, it will pollute the environment because it contains high organic matter. Anaerobic waste treatment is an alternative technology to reduce organic matter. The purpose of the research is 1) to determine the difference of biogas production potential from the variation of organic waste from chicken slaughter material in batch reactors and 2) to find the efficiency of decreasing anaerobic process in handling chicken slaughter wastewater.

The implementation of the research began from April 2018 until May 2019. The research was carried out in the Water Quality-Control Laboratory of Engineering, and Environmental Conservation, Departement of agricultural engineering, Faculty of Agriculture Technology and Greenhouse Department of Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Jember University. This research was conducted in two stages. Stage 1 is mixing organic material in the form of wastewater chicken slaughtered + cow dung and stage 2 is continuing the research 1 from the best treatment results with the addition of organic matter. Variations in treatment of organic matter in research 1 are : 1) LA1 (wastewater chicken slaughtered: 50% cow dung: 50%), 2) LB1 (wastewater chicken slaughtered: 60% cow dung: 40%), 3) LC1 (wastewater chicken slaughtered: 70%: 30% cow dung), and 4) Control 1 (100% wastewater chicken slaughtered). Variations in organic matter treatment in research 2 are : 1) LA2 (taking output of organic material LA1 50% + addition of 50% chicken slaughter liquid waste), 2) LB2 (taking output of organic material 50% LB1 + addition of wastewater chicken slaughtered 50 %), 3) LC2 (taking the output of 50% organic matter

LCC1 + addition of 50% wastewater chicken slaughtered), and 4) K2 (taking output of 50% K1 organic material + 50% wastewater chicken slaughtered). Furthermore, the data were analyzed using variance (ANOVA) with a real level of $\alpha = 0.05$ or 5%.

Based on research that the highest average biogas production in research 1 is the treatment of LA (wastewater chicken slaughtered 50%: 50% cow dung) was 14.38 liters and research 2 is LA2 treatment (LA1 50% organic matter output taken) + addition of 50% wastewater chicken slaughtered) was 4.35 liters. The efficiency of decrease in research is COD parameters of 48.52% in LA1 treatment, BOD of 48.00% in LA1 treatment, TDS of 51.12% in LA1 treatment, TSS of 65.04% in LB1 treatment, C/N ratio is 69.11% in the LA1 treatment. While the efficiency of decrease in research 2 is with COD parameters of 48.88% in treatment control2, BOD of 33.61% in LB2 treatment, TDS of 59.60% in LB2 treatment, TSS of 92.07% in LC2 treatment, and C/N ratio of 95.21% in the LA2 treatment.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” Produksi Biogas Limbah Cair Pematangan Ayam Pada Variasi Bahan Organik Menggunakan Reaktor Batch”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Elida Novita, S. TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S. P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Soni Sisbudi Harsono, M. Eng., M. Phil selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasehat dan saran yang membangun dalam menyelesaikan masa studi;
4. Ir. Tasliman, M.Eng. selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi;
5. Bayu Taruna Widjaja Putra, S. TP., M. Eng., Ph. D selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi;
6. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si. selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
7. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;

8. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
9. Kedua orang tua saya, Bapak Eksan dan Ibu Juma'ati yang telah mendoakan dan mendukung saya;
10. Teman-teman yang telah membantu selama penelitian (Ulfa, Yunus, Hariets, Eko, Nur Shodiqotul Kamil, Intan, Zulfrida, Sahna, Fila, Zakina, Bagas, Muhammad Kamil), terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya;
11. Seluruh teman-teman TEP B angkatan 2015 yang selalu menyemangati untuk menyelesaikan skripsi ini;
12. Adik-adik kosan (Dewi, Lia, Iva, Novi, Tyas, Cindy) yang selalu bertanya kapan waktu selesainya skripsi ini;
13. Teman-Teman Pecinta Yatim Indonesia (Akbar, Ana, Nimas, Ulfa, Aris) yang telah menyemangati dalam mengerjakan skripsi;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada meraka semua yang telah membantu menyempurnakan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 03 September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DATA LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Biogas.....	4
2.1.1 Proses biokimia biogas.....	5
2.1.2 Pertumbuhan mikroorganismes pembentuk biogas.....	6
2.1.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi biogas.....	7
2.1.4 Bahan Organik Pembentuk Biogas.....	8
2.2 Proses Pematangan Ayam.....	9
2.3 Penanganan Limbah Cair.....	11
2.4 Reaktor Anarobik.....	12
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	13
3.3 Tahapan Penelitian.....	13
3.3.1 Persiapan.....	14
3.3.2 Persiapan Bahan Penelitian.....	16

3.4 Rancangan Penelitian.....	17
3.5 Pengukuran Karakteristik Limbah Cair Pemotongan Ayam.....	17
3.6 Metode Pengukuran Data.....	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Karakteristik Limbah Cair Pemotongan Ayam.....	26
4.1.1 Karakteristik limbah cair pemotongan ayam pada tahap 1.....	26
4.1.2 Karakteristik limbah cair pemotongan ayam pada tahap 2.....	27
4.2 Produksi Biogas Penelitian 1 dan 2.....	27
4.2.1 Produksi Biogas Tahap 1.....	28
a. Suhu.....	28
b. Volume biogas.....	28
c. Uji beda nyata produksi biogas pada pengamatan tahap 1.....	30
4.2.2 Produksi Biogas Penelitian 2.....	31
a. Suhu.....	31
b. Volume biogas.....	32
c. Uji beda nyata produksi biogas pada pengamatan tahap 2.....	33
4.3 Efisiensi Penurunan Parameter pH, Rasio C/N, COD, BOD, TDS, TSS pada Penelitian 1 dan 2.....	35
4.3.1 pH.....	35
4.3.2 Rasio C/N.....	37
4.3.3 COD.....	38
4.3.4 BOD.....	40
4.3.5 TDS.....	41
4.3.6 TSS.....	43
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR TABEL

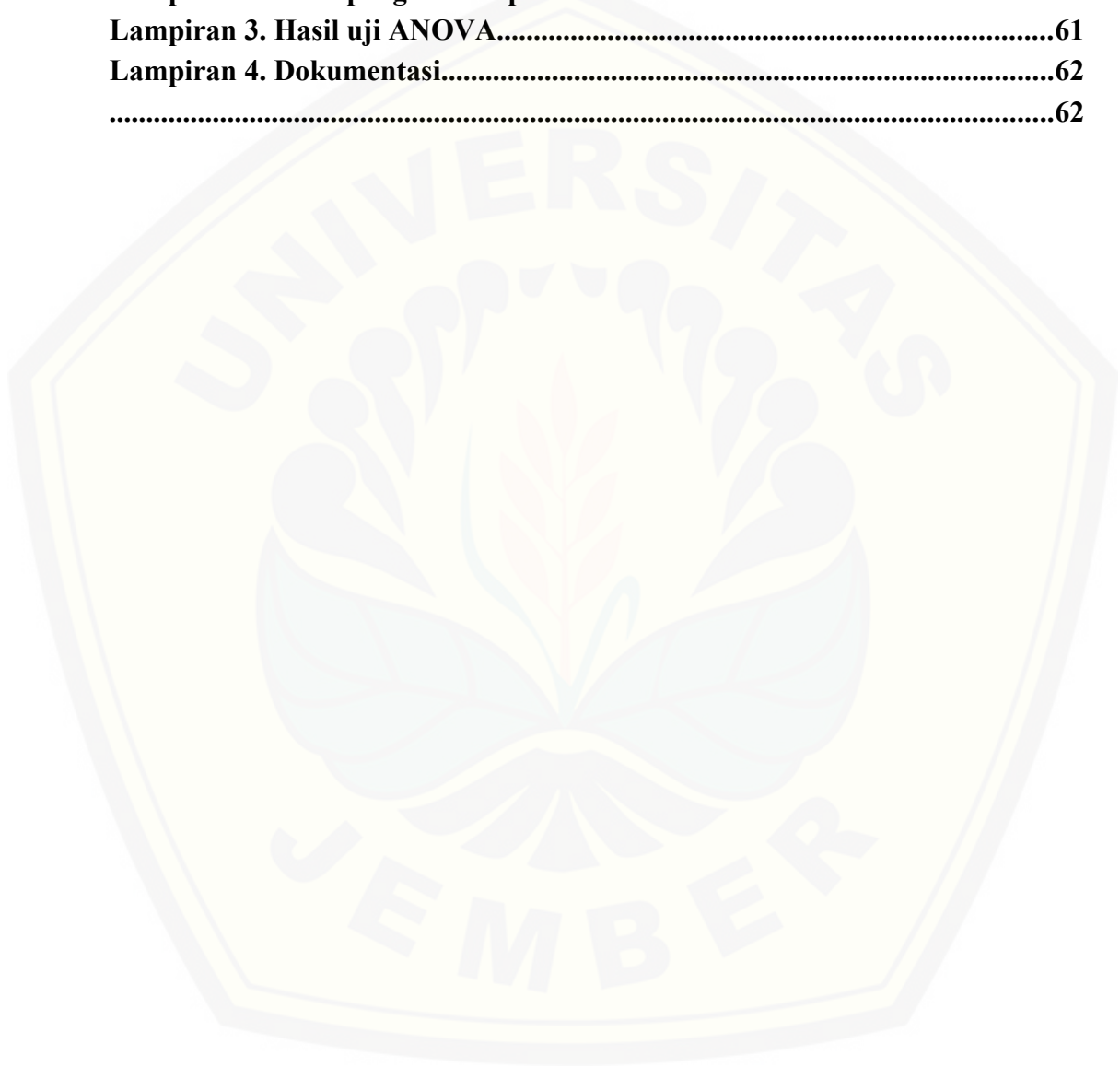
	Halaman
Tabel 3.1 Rancangan penelitian.....	17
Tabel 3.2 Analysis of varians dua arah tanpa interaksi = 5%.....	23
Tabel 4.1 Karakteristik limbah cair pemotongan ayam.....	25
Tabel 4.2 Hasil uji ANOVA penelitian 1.....	29
Tabel 4.3 Uji <i>Tukey</i> penelitian 1.....	30
Tabel 4.4 Hasil uji ANOVA penelitian 2.....	33
Tabel 4.5 Hasil uji <i>Tukey</i> penelitian 2.....	34
Tabel 4.6 Nilai rata-rata pH penelitian 1 dan 2.....	35
Tabel 4.7 Nilai rata-rata rasio C/N penelitian 1 dan 2.....	37
Tabel 4.8 Nilai rata-rata COD penelitian 1 dan 2.....	38
Tabel 4.9 Nilai rata-rata BOD penelitian 1 dan 2.....	40
Tabel 4.10 Nilai rata-rata TSS.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses konversi bahan organik.....	4
Gambar 2.2 Proses pembentukan biogas.....	4
Gambar 2.3 Proses pemotongan ayam.....	9
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	14
Gambar 3.2 Reaktor batch.....	15
Gambar 4.1 Suhu biogas penelitian 1.....	27
Gambar 4.2 Volume biogas penelitian 1.....	28
Gambar 4.3 Suhu biogas penelitian 2.....	31
Gambar 4.4 Volume biogas penelitian 2.....	32
Gambar 4.5 Efisiensi penurunan pH.....	36
Gambar 4.6 Efisiensi penurunan rasio C/N.....	37
Gambar 4.7 Efisiensi penurunan COD.....	39
Gambar 4.8 Efisiensi penurunan BOD.....	40
Gambar 4.9 Efisiensi penurunan TDS.....	42
Gambar 4.10 Efisiensi penurunan TSS.....	43

DATA LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Pengukuran Harian.....	51
Lampiran 2. Hasil pengukuran parameter awal akhir.....	55
Lampiran 3. Hasil uji ANOVA.....	61
Lampiran 4. Dokumentasi.....	62
.....	62



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daging ayam merupakan salah satu jenis pangan hewani yang kebutuhannya terus mengalami peningkatan. Hal tersebut dibuktikan dengan produksi daging ayam dalam lima tahun terakhir (2012-2016) mencapai rata-rata 86,64 juta ton (Kementerian Pertanian, 2018). Peningkatan kebutuhan daging ayam berpengaruh terhadap jumlah pelaku usaha (penjual unggas/daging unggas), baik pelaku usaha kecil maupun rumah tangga. Menurut Kementerian Pertanian (2010) ironisnya pelaku usaha (penjual unggas/daging unggas) melakukan pemotongan pada tempat yang tidak memenuhi persyaratan higieni-sanitasi dan sebagian besar berlokasi di daerah pemukiman atau pasar tradisional, sehingga menimbulkan masalah yaitu menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan berupa penyebaran penyakit zoonotik dan terpaparnya masyarakat.

Limbah cair yang dikeluarkan oleh rumah potong ayam umumnya mengandung larutan darah, protein, lemak dan padatan tersuspensi yang menyebabkan tingginya bahan organik dan nutrisi (Aini *et al.*, 2017). Bahan organik yang terdapat di rumah potong ayam berupa limbah cair dengan kandungan COD dan BOD sebesar 4964,60 mg/l dan 4042,60 mg/l (Aini *et al.*, 2017). Komposisi limbah cair pemotongan ayam tersebut telah melampaui baku mutu dan dapat mencemari lingkungan. Baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan rumah potong hewan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 di antaranya limbah cair memiliki kadar paling tinggi untuk BOD 100 mg/l, COD 200 mg/l, TSS 100 mg/l, minyak dan lemak 15mg/l, NH₃-N 25 mg/l dan pH 6-9 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2014).

Kandungan bahan organik yang tinggi berpotensi besar untuk dikembangkan menjadi biogas melalui proses anaerobik. Hasil penelitian Mahajoeno (2008) menunjukkan bahwa limbah cair pabrik kelapa sawit memiliki nilai COD sebesar $>1,5 \text{ kg/m}^3$ dalam 1 m^3 yang dapat menghasilkan biogas sebesar 20-28 m^3 biogas. Berdasarkan alasan tingginya kandungan COD pada limbah cair pemotongan ayam, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui

pengaruh penambahan limbah cair pemotongan ayam sebagai bahan isian reaktor biogas. Terdapat berbagai jenis reaktor yang dapat digunakan pada proses biogas. Salah satu jenis reaktor biogas yang banyak digunakan untuk menangani limbah di industri kecil yaitu reaktor *batch*.

Reaktor *batch* merupakan jenis reaktor yang tidak mempunyai pengaduk. Reaktor *batch* memiliki fungsi yang sama seperti tempat pembuangan sampah, namun biogas yang dihasilkan sebesar 50-100% lebih tinggi dari tempat pembuangan sampah. Penggunaan reaktor *batch* menghasilkan biogas dengan pola distribusi normal, sehingga operator dapat menentukan proses pencernaan telah selesai (Cividino, 2013). Sistem kerja reaktor *batch* yaitu bahan isian dimuat satu kali hingga berakhirnya proses anaerobik (Diaz, 2015).

Bahan isian reaktor dalam pembentukan biogas umumnya bahan organik. Bahan organik yang banyak tersedia yaitu limbah dari industri pemotongan ayam dan limbah peternakan. Limbah pemotongan ayam mengandung bahan organik yang tinggi. Bahan organik pada proses pembentukan biogas dikenal dengan *volatile solid* yang berguna sebagai substrat (sumber makanan) bagi bakteri. Sumber makanan atau nutrisi untuk proses anaerobik seperti karbon (C) dan nitrogen (N) untuk menghasilkan gas metan. Unsur C dan N tersebut dapat dipenuhi oleh limbah cair pemotongan ayam dan kotoran sapi. Limbah cair pemotongan ayam dan kotoran sapi merupakan jenis limbah yang berbeda dan memiliki kandungan rasio C/N yang berbeda pula. Kandungan nilai C/N rasio limbah pemotongan ayam sebesar 14, sedangkan nilai C/N rasio kotoran sapi sebesar 10 (Hartono, 2014). Perbedaan nilai C/N ratio pada limbah pemotongan ayam dan kotoran sapi tersebut akan mempengaruhi produksi biogas yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Proses pembentukan biogas dapat dipengaruhi oleh penggunaan bahan organik. Hal tersebut diduga dapat berpengaruh terhadap volume biogas yang dihasilkan dan penurunan bahan organik yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi penggunaan bahan organik berupa limbah cair pemotongan ayam dan kotoran sapi.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada pengukuran produksi biogas menggunakan campuran limbah cair pemotongan ayam dan kotoran sapi. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini berupa TSS, TDS, BOD, COD, C/N rasio, pH, suhu, volume gas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan karakteristik dari variasi perlakuan limbah cair pemotongan ayam (penelitian 1) dan perlakuan seragam limbah cair pemotongan ayam (penelitian 2).
2. Menentukan produksi biogas dari variasi perlakuan limbah cair pemotongan ayam (penelitian 1) dan perlakuan seragam limbah cair pemotongan ayam (penelitian 2).
3. Menentukan efisiensi penurunan parameter BOD, COD, TSS, TDS, rasio C/N.

1.5 Manfaat Penelitian

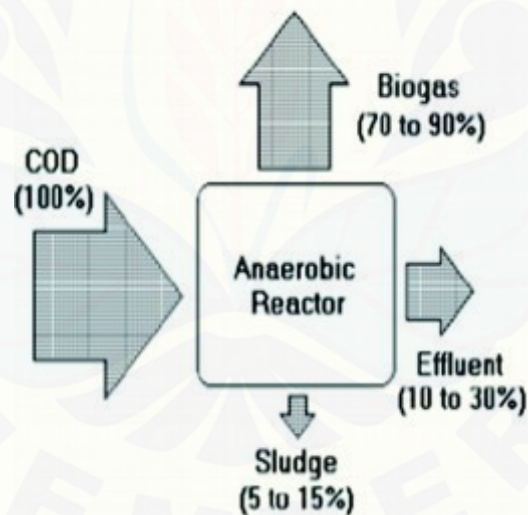
Manfaat penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi banyak pihak di antaranya:

1. Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi dapat digunakan sebagai salah satu teknologi pengolahan limbah industri.
2. Bagi masyarakat sebagai informasi tentang pengolahan limbah cair pemotongan ayam yang ramah lingkungan.
3. Bagi industri untuk memberikan informasi mengenai hasil analisis kualitas air limbah pemotongan ayam.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada bahan-bahan yang dapat terurai secara alami dalam kondisi anaerobik. Proses anaerobik banyak ditemui di alam seperti sedimen air laut, lambung perut ruminansia, dan rawa gambut. Kelebihan proses anaerobik dibandingkan proses aerobik yaitu bahan organik dalam bentuk COD diubah menjadi biogas sekitar 70-90%. Selain itu, proses pembentukan biogas memerlukan sedikit air dibandingkan proses pembentukan bahan bakar lainnya. Gas yang utama dihasilkan saat proses anaerobik yaitu gas metan(40-80%), karbon dioksida (15-45%), serta dalam jumlah kecil seperti hidrogen sulfida, amonia, gas nitrogen, dan senyawa lainnya (Seadi *et al.*, 2008). Proses konversi bahan organik ditunjukkan pada Gambar 2.1.



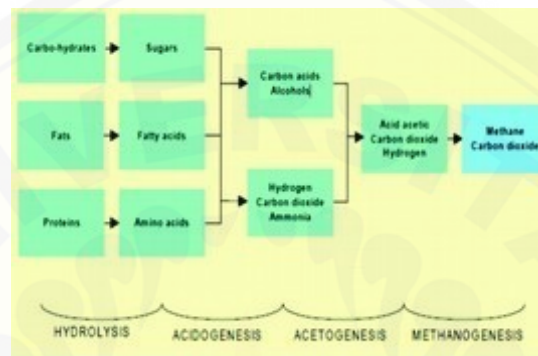
Gambar 2.1 Konversi bahan organik

Influen COD menghasilkan tiga output yaitu biogas, lumpur, dan COD efluen yang ditunjukkan Gambar 2.1. Proses konversi influen COD dipengaruhi oleh mikroorganisme di dalam reaktor anaerobik. Menurut Wang *et al.*, (2019) mikroorganisme yang dominan pada proses anaerobik yaitu *Acinetobakter*, *Acetitomaculum*, *Bacillus*, dan *Cenarcheum*. Proses konversi umumnya seimbang $COD_{input} = COD_{output}$, namun secara praktiknya tidak mungkin seimbang. Hal

tersebut dapat disebabkan oleh pengukuran yang tidak dilakukan secara berkelanjutan.

2.1.1 Proses biokimia biogas

Menurut Seadi *et al.*, (2008) proses pembentukan biogas merupakan hasil dari serangkaian proses yang meliputi hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis yang ditunjukkan Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Proses pembentukan biogas

a. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan tahap pertama proses anaerobik yang memecah bahan organik kompleks menjadi monomer sederhana dengan bantuan enzim ekstraseluler yang diekskresikan oleh bakteri hidrolitik. Pada tahap ini, protein dihidrolisis menjadi asam amino, karbohidrat yang dihidrolisis oleh selulase, hemiselulase, dan amilase menjadi gula terlarut (Diaz, 2015).

b. Asidogenesis

Monomer gula terlarut dari hasil hidrolisis selanjutnya diubah oleh bakteri fakultatif menjadi senyawa organik rantai pendek. Bentuk produk utama tahap asidogenesis yaitu asam lemak volatil (VFA), seperti asam asetat, asam propionik, asam valerik, dan asam butirir. Bentuk lain dari produk asidogenesis yaitu alkohol karbon dioksida, hidrogen, dan ammonia (Diaz, 2015).

c. Asetogenesis

Hasil alkohol dan asam pada tahap asidogenesis selanjutnya diubah menjadi asam asetat, karbon dioksida, dan hidrogen yang akan digunakan untuk tahap pembentukan metan atau sering disebut dengan metagenesis (Diaz, 2015).

d. Metanogenesis

Tahap metanogenesis merupakan tahap akhir dari proses anaerobik. Pada tahap ini asam asetat, hidrogen dan karbon dioksida diubah menjadi metan dengan bantuan Archaea. Hampir 70% gas metan yang dihasilkan pada tahap ini melalui tahap acetotrophic (Diaz, 2015).

2.1.2 Pertumbuhan mikroorganisme pembentuk biogas

Pertumbuhan mikroorganisme dapat diketahui melalui beberapa tahapan seperti fase lag, fase eksponensial, fase stationeri, dan fase kematian (Maier, 2009). Adapun tahapan tersebut sebagai berikut.

a. Fase lag

Fase lag merupakan fase transisi ke fase eksponensial setelah fase peningkatan populasi mikroorganisme. Fase lag diduga terjadi sintesis protein yang disebabkan oleh adaptasi fisiologis sel terhadap kondisi kultur. Waktu biasanya berlangsung selama beberapa menit atau beberapa jam. Selain itu, waktu, fase lag tergantung pada jenis medium dan ukuran inokulum awal (Maier, 2009).

b. Fase eksponensial

Fase eksponensial merupakan tahap kedua dari pertumbuhan mikroorganisme. Karakteristik fase eksponensial yaitu pertumbuhan mikroorganisme yang cepat. Fase ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor biologis dan non biologis. Faktor biologis seperti bentuk dan sifat mikroorganisme terhadap lingkungan dan asosiasi kehidupan diantara organisme yang bersangkutan. Faktor non biologis misalnya adalah kandungan hara dalam medium kultur, suhu, kadar oksigen, cahaya dan bahan kimia (Maier, 2009).

c. Fase stationer

Fase stationer merupakan fase terjadinya keseimbangan penambahan aktivitas dan penurunan aktivitas atau dalam pertumbuhan koloni terjadi keseimbangan antara yang mati dengan penambahan individu. Alasan lain yaitu penggunaan karbon telah terpakai sepenuhnya. Namun, ketika sumber karbon bukan berarti semua pertumbuhan berhenti. Hal ini karena, sel sekarat dapat melisiskan dan menyediakan nutrisi yang disebut metabolisme endogen (Maier, 2009).

d. Fase kematian

Fase kematian merupakan fase akhir pertumbuhan bakteri ditandai dengan hilangnya sel-sel yang bisa dikultur dan terhentinya aktivitas atau dalam pertumbuhan koloni terjadi kematian yang mulai melebihi penambahan individu (Maier, 2009).

2.1.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi biogas

Menurut Simanora *et al.*, (2011:28-29) bahwa pada proses pembentukan biogas terdapat faktor lingkungan berperan penting dalam mendukung terbentuknya biogas. Beberapa faktor tersebut diantaranya sebagai berikut.

a. Kondisi anaerobik atau kedap udara

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme anaerobik. Oleh karena itu, instalasi pengolahan biogas harus kedap udara (dalam keadaan anaerobik). Tanpa kondisi anaerobik, maka proses pembentukan gas metan tidak akan terjadi (Simanora *et al.*, 2011).

b. Bahan baku isian

Bahan baku isian berupa bahan organik seperti kotoran ternak, limbah pertanian, sisa dapur dan sampah organik. Bahan baku isian ini harus terhindar dari bahan anorganik seperti kaca, plastik dan beling. Bahan isian harus mengandung bahan kering sekitar 7-9%. Keadaan ini dapat dicapai dengan melakukan pengenceran menggunakan air dengan perbandingan 1:1-2 (kotoran sapi:air) (Simanora *et al.*, 2011).

c. Rasio C/N

Rasio karbon (C) dan nitrogen (N) yang terkandung dalam bahan organik sangat menentukan kehidupan dan aktivitas mikroorganisme. Rasio C/N yang optimum bagi mikroorganisme perombak adalah 20-30. Kotoran (feses urine) sapi perah mempunyai kandungan rasio sebesar 18. Oleh karena itu, perlu ditambahkan dengan limbah lain yang mempunyai kandungan rasio C/N lebih besar (Simanora *et al.*, 2011).

d. derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan

mikroorganisme adalah 6,8-7,8. Pada tahap awal fermentasi bahan organik akan terbentuk asam (asam organik) yang akan menurunkan pH, agar pH tidak mengalami penurunan maka ditambahkan larutan kapur atau NaOH (Simanora *et al.*, 2011).

e. Suhu

Produksi biogas akan menurun secara cepat akibat perubahan suhu yang mendadak di dalam instalasi pengolahan biogas. Upaya praktis untuk menstabilkan suhu adalah dengan menempatkan instalasi biogas di dalam tanah (Simanora *et al.*, 2011). Suhu yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme dalam reaktor yaitu kondisi mesofilik yang berkisar antara 280C-450C (Irawan dan Khudori, 2015).

2.1.4 Bahan Organik Pembentuk Biogas

Biogas terbentuk selama proses fermentasi anaerobik dari beberapa bahan organik seperti kotoran hewan, limbah cair, limbah pertanian, dan limbah pemotongan hewan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Diaz, (2015) menunjukkan bahwa produksi gas metan tertinggi harus mengandung bahan organik berkualitas tinggi dan bersifat mudah terurai. Salah satu bahan organik yang melimpah di sekitar masyarakat yaitu limbah cair pemotongan ayam.

a. Limbah Cair Pemotongan Ayam

Keberhasilan pembentukan biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu komposisi substrat atau bahan organik yang digunakan. Menurut Diaz (2015) menyatakan bahwa komposisi terbaik antara substrat dan inokulum yaitu 1:2. Hal tersebut bertujuan untuk mencegah penghambat dan mempertahankan mikroorganisme dalam mendegradasi substrat.

b. Kotoran Sapi

Menurut Setiawan (2002:29-31) menyatakan bahwa kotoran sapi merupakan salah satu limbah peternakan yang memiliki potensi sebagai energi terbarukan. Kotoran sapi yang dicampur dengan air jika dimasukkan ke dalam reaktor maka akan terjadi pembusukan. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Luo *et al.*, (2015) yaitu perbandingan gas metan yang dihasilkan dari limbah

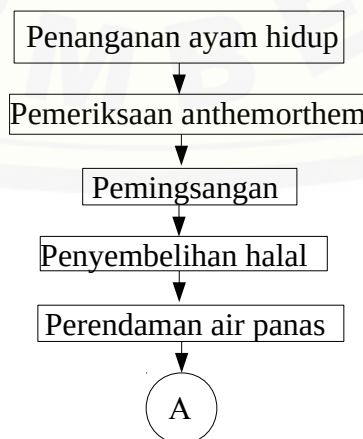
pemotongan ayam lebih tinggi sebesar 45% dibandingkan dengan pemotongan ayam dan kotoran sapi pada hari ke-75.

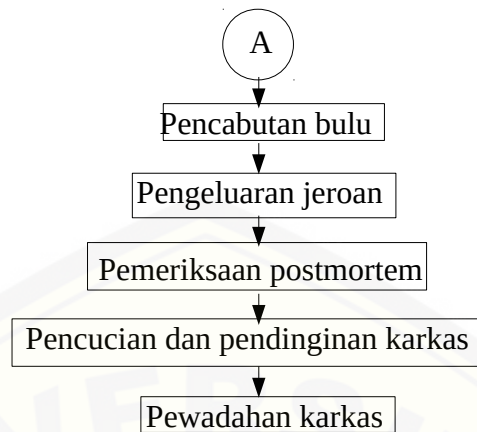
c. Variasi Bahan Organik Terhadap Produksi Biogas

Potensi bahan organik yang sangat melimpah, namun kandungan rasio C/N yang berbeda diperlukan pencampuran antar bahan organik pada proses anaerobik. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yahya *et al.*, (2017) dengan bahan campuran kotoran ayam, kotoran sapi dan rumput gajah mini menunjukkan bahwa produktivitas biogas tertinggi terdapat pada perlakuan 20:60:20 sebesar 134,29 mg/L VS. Rasio C/N yang berkisar 9,1 pada kotoran ayam (Sanjaya, 2015) digunakan untuk menurunkan rasio C/N rumput gajah mini karena rasio C/N tinggi biasanya terdapat pada hijauan (Wahyuni, 2013).

2.2 Proses Pemotongan Ayam

Pemotongan ayam dilakukan secara halal dan baik, serta memenuhi persyaratan higiene sanitasi akan menghasilkan karkas utuh dan potongan. Proses pemotongan ayam umumnya dilakukan di rumah potong ayam. Rumah Potong Ayam merupakan kompleks bangunan dengan desain dan syarat tertentu yang digunakan sebagai tempat memotong ayam bagi konsumsi masyarakat umum. Proses pemotongan ayam meliputi penanganan ayam hidup, pemeriksaan antemortem, pemingsangan, penyembelihan halal, perendaman air panas, pencabutan bulu, pengeluaran jeroan, pemeriksaan postmortem, pencucian dan pendinginan karkas, pewadahan karkas (Kementerian Pertanian, 2010). Alur pemotongan ayam ditunjukkan Gambar 2.3.





Gambar 2.3 Proses pemotongan ayam

Proses pemotongan yang menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah padat meliputi bangkai ayam, isi perut (hati, ampela, usus), bulu ayam, dan kotoran ayam. Limbah cair meliputi air bekas cucian ayam, darah ayam, dan sludge (lemak). Limbah cair pemotongan ayam merupakan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dilakukan penanganan. Limbah cair rumah potong ayam umumnya dibuang ke lingkungan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu yang dapat menyebabkan perubahan lingkungan secara fisik, kimia, dan biologi yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Bahaya atau resiko yang ditimbulkan dari aktivitas di rumah potong ayam yang pengelolaan air limbahnya kurang sempurna atau yang memilih Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) memiliki potensi bahaya, seperti adanya bakteri-bakteri patogen penyebab penyakit, meningkatnya kadar BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, pH dan NH₃-N (Aini *et al.*, 2017). Limbah cair pemotongan ayam memiliki kandungan COD dan BOD sebesar 4964,60 mg/l dan 4042,60 mg/l (Aini *et al.*, 2017). Baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan rumah potong ayam berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 diantaranya limbah cair memiliki kadar paling tinggi untuk BOD 100 mg/L, COD 200 mg/L, TSS 100 mg/L, minyak dan lemak 15 mg/L, NH₃-N 25 mg/L dan pH 6- 9 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2014).

2.3 Penanganan Limbah Cair

Penanganan limbah cair yang banyak dilakukan dengan cara aerobik, dan anaerobik. Penanganan limbah cair menggunakan gabungan aerobik biasanya digunakan untuk menurunkan kandungan nitrogen dalam limbah cair. Pada kondisi aerobik terjadi proses nitrifikasi yakni nitrogen ammonium diubah menjadi nitrat. Untuk penanganan secara aerobik biasanya digunakan proses biofilter. Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang telah diisi dengan penyangga untuk pengembangbiakkan mikroorganisme dengan atau tanpa supply aerasi. Aerasi diberikan ketersediaan oksigen bila dilakukan secara aerob dengan konsentrasi minimal 1 mg/l. Penggunaan biofilter dalam penanganan limbah cair pemotongan ayam dapat menurunkan beban pencemaran yang diindikasikan dengan COD sebesar 97% (Schuner dan Jarvis, 2010).

Penanganan limbah secara anaerobik dalam bentuk penanganan dengan luaran yang dihasilkan berupa biogas. Berdasarkan penelitian Schuner dan Jarvis (2010) menunjukkan bahwa dalam penanganan limbah cair rumah pemotongan ayam telah dilakukan dengan fixed-bed reactor pada skala laboratorium yaitu laju beban COD antara 1 sampai 6 kg/m³ setiap hari didapat efisiensi pengurangan COD sebesar 65%-75%. Keuntungan yang didapat apabila proses anaerobik ini diterapkan pada industri rumah potong ayam yaitu pengurangan konsentrasi pencemar dalam air limbah, produksi lumpur rendah, emisi tanpa bau, dan produksi energi pada RPH yang dapat dijadikan sumber energi konvensional.

2.4 Reaktor Anarobik

Menurut Chernicaró (2007) bahwa tempat biogas dihasilkan dari proses fermentasi tanpa udara disebut dengan reaktor. Reaktor anaerobik dibagi menjadi dua bagian besar yaitu sistem konvensional dan sistem tingkat tinggi. Jenis sistem konvensional yaitu reaktor batch, *septic tank*, dan kolam anaerobik. Sedangkan jenis reaktor tingkat tinggi yaitu *fixed bed reactor*, *rotating bed reactor*, *expanded bed reactor*, *two-stage reactor*, *baffled reactor*, *upflow sludge blanket reactor*, *expanded granular bed reaktor*, dan *reactor with internal recirculaton*. Jenis

reaktor yang digunakan untuk volume bahan organik yang sedikit yaitu sistem konvensional. Salah satu jenis reaktor konvensional yaitu reaktor *batch*.

Menurut Chernicaró (2007) bahwa ciri-ciri reaktor *batch* yaitu tidak memiliki pengaduk dan umumnya hanya terdiri satu tangki saja. Menurut Seadi *et al.*, (2008) bahwa reaktor *batch* melakukan operasi pencernaan bahan organik yang segar tanpa adanya pengadukan dan pemasukan bahan baku hanya satu kali. Reaktor *batch* memiliki beberapa keuntungan seperti lebih sedikit membutuhkan peralatan dan tipe alat yang lebih murah (Baskar *et al.*, 2012). Selain itu, perlu pengamanan yang sangat besar disaat membongkar reaktor setelah proses pencernaan anaerobik selesai (Rincon, 2017). Proses anaerobik yang terjadi pada reaktor *batch* yaitu adanya degradasi substrat dan inokulum secara anaerobik atau sedikit udara. Salah satu syarat proses anaerobik berjalan dengan baik akan tergantung pada substrat yang heterogen dan suhu. Beberapa cara untuk mempertahankan suhu anaerobik yaitu dengan menutup rapat reaktor *batch* dan penempatan pada suhu optimal (Diaz, 2015).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2018- Selesai. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air, Teknik Pengendalian Konservasi Lingkungan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian dan Greenhouse Jurusan Hama dan Penyakit, Fakultas Pertanian.

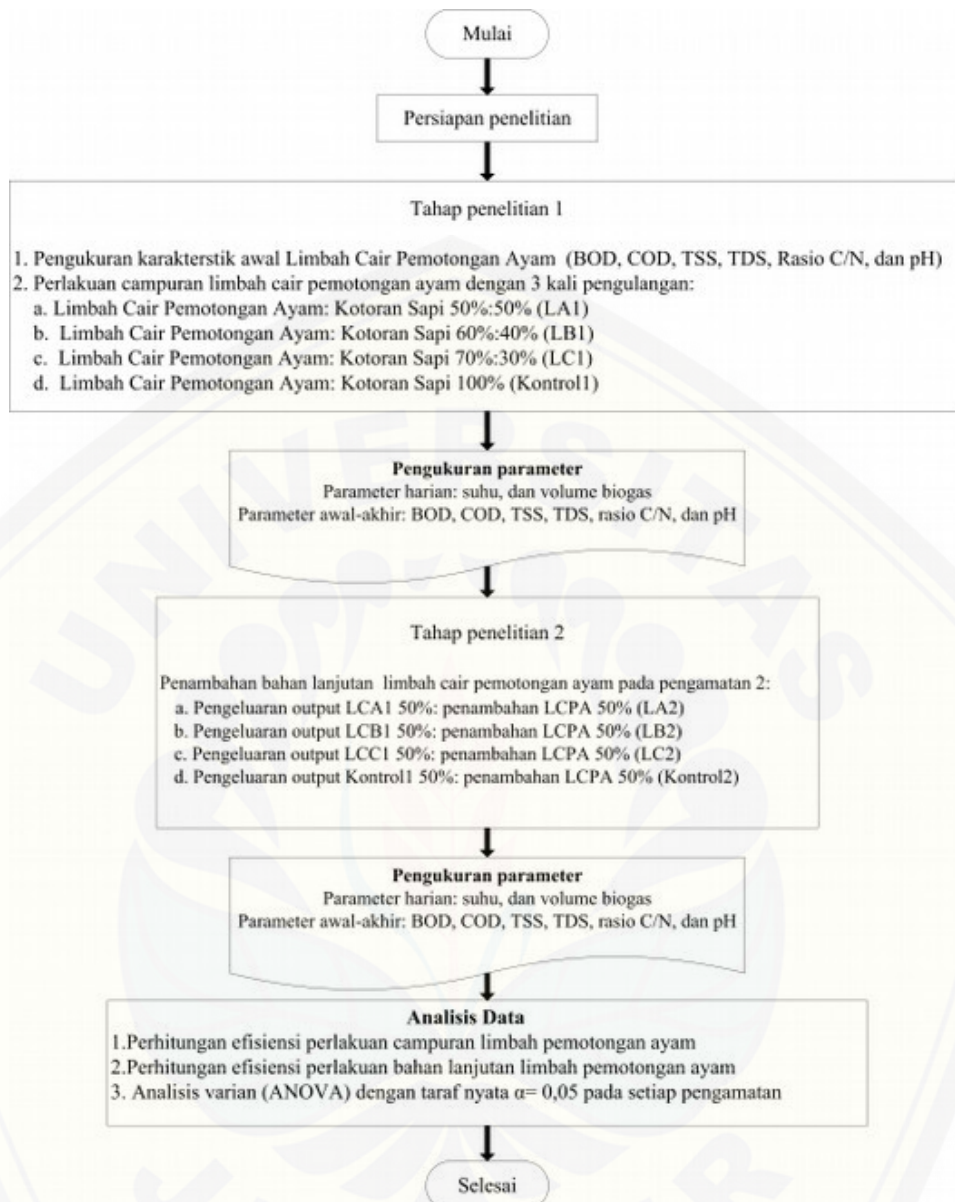
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu gunting, pH meter, oven, desikator, selang air diameter 1,5 cm, botol sampel, galon bervolume 19-20 liter, palstik penampung gas, thermometer, cawan aluminium, labu ukur 500 ml dan 1000 ml, jerigen, tutup galon, lem, turbidimeter, kertas saring, TDS meter, erlenmeyer, dan corong.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu limbah cair pemotongan ayam dan kotoran sapi yang diperoleh di jl. Sumatera, Sumpersari, Kabupaten Jember.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa uraian langkah-langkah penelitian mulai dari tahapan hingga analisis data. Gambar 3.1 berikut ini merupakan diagram alir proses penelitian.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Persiapan

a. Perancangan Reaktor *Batch*

Rancangan reaktor *batch* yang digunakan untuk penanganan limbah cair pematongan ayam yaitu bahan galon plastik berwarna biru, dengan tebal ± 2 mm, tinggi 50 cm, diameter 36 cm, dan volume 19 L. Ruang reaktor dibagi menjadi dua bagian yang terdiri atas 40% digunakan sebagai tempat biomassa, sedangkan 60% digunakan sebagai tempat gas (perbandingan 2:3). Desain reaktor *batch* pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Reaktor *batch*

Keterangan:

1. Inlet dan penutup reaktor
2. Tabung reaktor *batch*
3. Selang gas
4. Penampung gas

Masing-masing komponen reaktor memiliki fungsi khusus. Fungsi masing-masing komponen tersebut sebagai berikut.

- a) Inlet memanfaatkan lubang yang sudah tersedia dan harus menambah corong yang berfungsi untuk memasukkan bahan ke dalam reaktor.
- b) Penutup reaktor yaitu memanfaatkan tutup galon yang sudah tersedia di pasaran.
- c) Tabung reaktor *batch* terbuat dari galon plastik dengan volume 19 L yang berfungsi sebagai tempat fermentasi limbah cair pemotongan ayam dan kotoran sapi.
- d) Selang gas terbuat dari selang plastik yang berfungsi mengalirkan gas yang terbentuk.
- e) Penampung gas menggunakan plastik yang berfungsi sebagai penampung gas.

3.3.2 Persiapan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah cair pemotongan ayam dan kotoran sapi.

a. Limbah cair pemotongan ayam

Limbah cair pemotongan ayam yang digunakan diperoleh dari pemotongan ayam dan proses perebusan daging ayam. Limbah cair yang berasal dari pemotongan ayam digunakan pada tahap 1 (variasi perlakuan limbah cair pemotongan ayam) dan limbah cair dari proses perebusan daging ayam digunakan pada tahap 2 (perlakuan seragam limbah cair pemotongan ayam).

b. Kotoran sapi

Kotoran sapi yang digunakan diperoleh dari peternak sapi di daerah Perumahan Kaliurang. Kotoran sapi hanya digunakan pada tahap 1 (variasi perlakuan limbah cair pemotongan ayam) yang berfungsi sebagai inokulum untuk tahap 2 (perlakuan seragam limbah cair pemotongan ayam).

c. Pencampuran Bahan Organik

Proses pencampuran bahan organik untuk penelitian ini dilakukan beberapa langkah-langkah sebagai berikut.

- a) Reaktor anaerobik Kontrol, LA, LB, LC (pada pengamatan 1 dan pengamatan 2) berturut-turut diisi dengan bahan isian utama yaitu limbah cair pemotongan ayam, limbah cair pemotongan ayam dan kotoran sapi masing-masing sebanyak 2 liter menggunakan gelas ukur.
- b) Pada masing-masing reaktor anaerobik ditambah inokulan sebanyak dua liter dan limbah cair pemotongan ayam sebanyak dua liter sehingga Kontrol, LA, LB, LC (pada pengamatan 1 dan 2) masing-masing terisi dengan komponen tersut diatas sebanyak enam liter dan diaduk sampai homogen.
- c) Pada reaktor anaerobik Kontrol, LA, LB, LC (pada pengamatan 1 dan 2) diambil sampel sebanyak 100 ml untuk ditentukan konsentrasi COD, BOD, TDS, TSS, rasio C/N, dan analisis pH.
- d) Semua reaktor ditutup rapat, diletakkan di dalam greenhouse kemudian dilakukan pengukuran suhu dan volume biogas yang dihitung hari

pertama. Pengukuran dilakukan setiap hari sebagai parameter harian sampai fermentasi hari ke-28 dan ke-21.

- e) Pada fermentasi hari ke-28 dan ke 21, reaktor dibuka dan dilakukan pengukuran pH, COD, BOD, TDS, TSS, dan rasio C/N sebagai analisis parameter akhir.

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). RAL merupakan suatu rancangan yang dilakukan pada unit percobaan yang bersifat homogen dengan cara pengacakan perlakuan pada seluruh percobaan. Pada penelitian ini terdapat 8 perlakuan limbah cair pemotongan ayam dan kotoran yaitu Kontrol1, LA1, LB1, LC1, Kontrol2, LA2, LB2, dan LC2. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian

Ulangan	Perlakuan							
	Penelitian 1				Penelitian 2			
	Kontrol	LA	LB	LC	Kontrol	LA	LB	LC
1	Kontrol1	LA1	LB1	LC1	Kontrol2	LA2	LB2	LC2
2	Kontrol1	LA1	LB1	LC1	Kontrol2	LA2	LB2	LC2
3	Kontrol1	LA1	LB1	LC1	Kontrol2	LA2	LB2	LC2

Keterangan:

LA1: (Limbah Cair Pemotongan Ayam 50% + Kotoran Sapi 50%)

LB1: (Limbah Cair Pemotongan Ayam 60% + Kotoran Sapi 40%)

LC1: (Limbah Cair Pemotongan Ayam 70% + Kotoran Sapi 30%)

Kontrol1: (Limbah Cair Pemotongan Ayam 100%)

LA2: (Pengeluaran LA1 50% + Limbah Cair Pemotongan Ayam 50%)

LB2: (Pengeluaran LB1 50% + Limbah Cair Pemotongan Ayam 50%)

LC2: (Pengeluaran LC1 50% + Limbah Cair Pemotongan Ayam 50%)

3.5 Pengukuran Karakteristik Limbah Cair Pemotongan Ayam

Karakteristik limbah cair pemotongan ayam yang diukur pada tahap 1 (variasi perlakuan limbah cair pemotongan ayam) dan tahap 2 (perlakuan seragam

limbah cair pemotongan ayam) yaitu pH, BOD, COD, TDS, TSS, dan rasio C/N. Berikut ini merupakan perhitungan untuk menentukan nilai karakteristik tersebut.

3.5.1 Pengukuran pH

Pengukuran pH menggunakan pH meter. Adapun langkah-langkah menggunakan pH meter yaitu:

- 1) Menghidupkan pH meter
- 2) Memasukkan probe pH meter ke dalam sampel.
- 3) Pada awal pengukuran nilai pH akan berubah-ubah maka harus menunggu hingga nilai yang dikeluarkan konstan.
- 4) Mematikan pH meter kemudian bersihkan probe pH meter menggunakan aquades.
- 5) Mengulangi prosedur 1-3 sebanyak tiga kali.

3.5.2 Pengukuran TDS

Pengukuran TDS dengan cara gravimetri. Adapun prosedur pengukuran TDS secara grametri berdasarkan SNI 06-6989,26-2005:

- 1) Masukkan cawan ke oven pada suhu 1030C-1050C selama 1 jam
- 2) Mengeluarkan cawan dari oven dan dinginkan dalam desikator selama 15 menit
- 3) Menimbang cawan dengan neraca analitik
- 4) Mengulangi langkah 1 sampai 3 sehingga diperoleh berat konstan (catat sebagai A)
- 5) Mengambil sampel pipet 50 ml sampai dengan 100 ml yang telah dilakukan penyaringan melalui proses TSS, dan memasukkan ke dalam cawan
- 6) Menguapkan sampel yang terdapat di dalam cawan hingga kering
- 7) Memasukkan cawan yang berisi padatan total ke dalam oven pada suhu 103-105°C selama ± 1 jam
- 8) Memindahkan cawan dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator

- 9) mengeluarkan cawan dari desikator dan segera timbang dengan neraca analitik
- 10) Mengulangi langkah 9 sehingga diperoleh berat konstan (catat sebagai b)
- 11) Menghitung nilai TDS menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$TDS = \frac{(a-b) \times 1000000}{c} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

TDS: Total padatan tersuspensi (mg/L)

a : Beat cawan + residu (mg)

b : Berat cawan kosong (mg)

c : Volume sampel (mL)

3.5.3 Pengukuran TSS

Pengukuran TSS menggunakan metode gravimetri sebagai berikut:

- a) Memanaskan kertas saring di dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam dan mendinginkan dalam desikator selama 15 menit serta menimbang dengan cepat.
- b) Mengocok sampel hingga merata, lalu memindahkan sebanyak 100 mL menggunakan pipet ke dalam penyaring yang sudah ada filter kertas didalamnya.
- c) Meletakkan filter kertas diambil diatas cawan aluminium lalu memasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.
- d) Mendinginkan cawan aluminium dengan desikator
- e) Menimbang cawan aluminium dengan cepat.
- f) Menghitung TSS menggunakan persamaan 3.4.

$$TSS = \frac{(a-b) \times 1000000}{c} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

a =berat cawan+filtrat (mg)

b =berat cawan kering (mg)

c = volume sampel (mL)

3.5.4 Pengukuran BOD

Pengukuran BOD dilakukan pada awal (sebelum sampel difermentasi) dan diakhir (setelah sampel selesai fermentasi). Adapun langkah-langkah pengukuran BOD berdasarkan SNI 6989,72:2009 yaitu:

- 1) Memasukkan sampel limbah cair pematangan ayam + kotoran sapi ke dalam botol Winkler 300 mL
- 2) Memasukkan aquades ke dalam botol Winkler 300 mL tanpa udara hingga penuh
- 3) Memasukkan larutan MnSO_4 sebanyak 2 mL ditambahkan ke dalam botol Winkler 300 mL, kemudian didiamkan selama beberapa menit untuk menghomogenkan
- 4) Memasukkan larutan Alkali Iodida Azida sebanyak 2 mL ditambahkan ke dalam botol Winkler 300 mL, kemudian botol Winkler ditutup dengan hati-hati supaya tidak ada udara yang terperangkap
- 5) Botol Winkler dikocok hingga gumpalan berwarna coklat terbentuk, kemudian diendapkan selama ± 10 menit
- 6) Mengeluarkan larutan jernih menggunakan pipet volumetrik sebanyak ± 100 mL ke dalam Erlenmeyer 1000 mL
- 7) Menambahkan larutan H_2SO_4 pekat sebanyak 2 mL pada sisa larutan yang mengendap dalam botol Winkler, kemudian botol Winkler ditutup kembali
- 8) Menggoyangkan botol Winkler hingga endapan terlarut, kemudian seluruh isi botol Winkler dimasukkan ke dalam Erlenmeyer
- 9) Menitrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 N hingga berwarna coklat muda, kemudian volume titrasi dicatat
- 10) Indikator kanji ditambahkan sebanyak 2 mL (larutan akan menjadi warna biru)
- 11) Menitrasi kembali dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 N hingga warna biru menjadi bening untuk pertama kali, kemudian volume titrasi dicatat
- 12) Seluruh prosedur dilakukan pada hari ke-0 dan ke-5
- 13) Menghitung DO_0 dan DO_5 persamaan sebagai berikut:

$$DO = \frac{a \times N \times 8000}{v - 4} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

DO = oksigen terlarut (mgO₂/L)

a = volume titran Na₂S₂O₃ (mL)

N = normalitas Na₂S₂O₃ (ek/L)

v = volume botol Winkler (mL)

14) Menghitung BOD menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) \times (1 - P)}{P} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

BOD₅ = kebutuhan oksigen terlarut (mgO₂/L)

X₀ = DO sampel pada saat t=0 hari (mgO₂/L)

X₅ = DO sampel pada saat t=5 hari (mgO₂/L)

B₀ = DO blanko pada saat t=0 hari (mgO₂/L)

B₅ = DO blanko pada saat t=5 hari (mgO₂/L)

P = Derajat pengenceran

3.5.5 Pengukuran COD

Pengukuran COD dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer dengan satuan mg/l. Adapun tahapan melakukan *Chemical Oxigen Demand* (COD) berdasarkan SNI 06-6989.2-2004:

- 1) Membuat blanko dengan cara penambahan aquades sebanyak 0,2 mL ke dalam tabung reagen HR (*High Range*)
- 2) Menutup tabung reagen HR (*High Range*) dengan rapat
- 3) Mengencerkan limbah cair pemotongan ayam sebanyak 100x
- 4) Mermasukkan sampel limbah cair pemotongan ayam dengan cara menambahkan limbah cair pemotongan ayam yang telah diencerkan sebanyak 0,2 mL ke dalam tabung reagen HR (*High Range*)
- 5) Menutup tabung reagen HR (*High Range*) rapat.

- 6) Memanaskan tabung blanko dan sampel selama 2 jam menggunakan COD reaktor pada suhu 1500°C.
- 7) Mendinginkan tabung blanko dan sampel hingga mencapai suhu ruangan.
- 8) Memasukkan tabung blanko dan sampel ke dalam kuvet serta melakukan pembacaan nilai COD menggunakan Spektrometer.

3.5.6 Pengukuran Rasio C/N

Pengukuran rasio C/N dilakukan setelah nilai karbon dan nitrogen diketahui. Pengukuran tersebut dilakukan diawal dan diakhir pengamatan. Berikut ini merupakan persamaan dalam menentukan nilai rasio C/N.

$$\text{Rasio } C/N = \frac{\% C \text{ limbah cair pemotongan ayam} \times \text{bobot} + \% C \text{ kotoran sapi} \times \text{bobot}}{\% N \text{ limbah cair pemotongan ayam} \times \text{bobot} + \% N \text{ kotoran sapi} \times \text{bobot}}$$

3.5.7 Pengukuran Variabel Harian

Pengukuran variabel harian pada penelitian ini yaitu pengukuran suhu dan volume biogas. Adapun langkah-langkah mengukur suhu dan volume biogas sebagai berikut:

a. Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu dilakukan setiap hari selama 28 hari dan 21 hari selama proses inkubasi.

b. Pengukuran Volume Biogas

Pengukuran volume biogas dilakukan setiap hari selama proses anaerobik.

Berikut prosedur pengukurannya:

- 1) Menyiapkan beaker glass 500 mL dan melakukan pengisian air jernih hingga volume air dalam beaker glass mencapai 250 mL;
- 2) Melepaskan tali yang mengikat penampung gas dengan saluran gas secara perlahan;
- 3) Menarik penampung gas dari saluran gas dilakukan secara perlahan kemudian ikat ujung penampung gas secara kuat hingga plastik penampung gas bergelembung;
- 4) Menutup penampung gas menggunakan penyumbat plastik dengan segera setelah penampung gas dilepaskan;

- 5) Memasukkan plastik penampung gas ke dalam *beaker glass* yang sudah diisi air dengan cara menekan secara perlahan menggunakan jari hingga semua permukaan kantong plastik tenggelam;
- 6) Melakukan pengukuran volume biogas dengan mengamati kenaikan muka air pada *beaker glass*.

3.6 Metode Pengukuran Data

Metode pengukuran data meliputi pengukuran efisiensi, analisis uji ANOVA, dan uji Tukey.

3.6.1 Pengukuran Efisiensi

Pengukuran data dari beberapa variabel seperti pH, COD, BOD, TDS, TSS, dan rasio C/N dilakukan menggunakan microsoft excel. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara perlakuan dan efisiensi. Kemudian dilakukan perhitungan persentase penurunan serapan limbah pada saat proses anaerobik berlangsung. Presentase penurunan didasarkan dari masing-masing variabel pengamatan selama proses anaerobik berlangsung. Persamaan perhitungannya adalah:

$$\text{Persentase penurunan} = \frac{C_0 - C_1 \times 100\%}{C_0} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

C₀ = nilai awal perlakuan sebelum proses anaerobik berlangsung

C₁ = nilai akhir perlakuan sesudah proses anaerobik berlangsung

3.6.2 Analisis Uji ANOVA

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *analysis of varians* atau ANOVA dua arah tanpa interaksi dengan taraf nyata $\alpha = 0,05$ atau 5%. Rumusan hipotesis penelitian yaitu:

H₀: $\mu q_1 = \mu q_2 = \mu q_3 = \mu q_4$

H₁: terdapat perbedaan produksi biogas para perlakuan q.

Dasar pengambilan keputusan ANOVA dua arah tanpa interaksi:

- 1) Jika nilai Fhitung < Ftabel, maka H₀ diterima.
- 2) Jika nilai Fhitung > Ftabel, maka H₀ ditolak.

Rumus uji *analysis of varians* atau ANOVA dua arah tanpa interaksi ditunjukkan dengan Tabel sebagai berikut:

Tabel 3.2 *Analysis of varians* dua arah tanpa interaksi $\alpha = 5\%$

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	Fhitung	Ftabel $\alpha = 5\%$
SK	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel $\alpha = 5\%$
Perlakuan	(r.k)-1	JKP	JKP/((r.k)-1)	KTP/KTG	F _{0,05} (v1.v5)
Baris	r-1	JKB	JKB/r-1	KTB/KTG	F _{0,05} (v12.v5)
Kolom	k-1	JKK	JKK/k-1	KTK/KTG	F _{0,05} (v2.v5)
Galat	rk(n-1)	JK(BK)	JK(BK)/rk(n-1)		
Total	rkn-1	JKG	JKG/rkn-1		

Ketika hasil dari pengujian ANOVA dua arah tanpa interaksi diperoleh kesimpulan H1 diterima maka akan dilakukan menggunakan Uji Tukey.

3.6.3 Uji Tukey

Uji Tukey merupakan suatu metode yang diketahui sebagai metode HSD (Honestly Significant Difference Methode) atau lebih dikenal dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) (Banifasius, 2006). Uji Tukey memerlukan satu data tunggal untuk menentukan nyata atau tidaknya semua beda pasangan nilai tengah, oleh karena itu cepat dan mudah digunakan. Hal ini dikarenakan hanya membandingkan sepasang-sepasang (Robert dan Torrie, 1989). Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Kontrol sama dengan LA
2. Kontrol sama dengan LB
3. Kontrol sama dengan LC
4. LA sama dengan LB
5. LA sama dengan LC
6. LB sama dengan LC

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Karakteristik awal limbah cair pada kedua pengamatan menunjukkan bahwa melampaui baku mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2014. Karakteristik awal limbah pada variasi perlakuan bahan organik limbah cair pemotongan ayam yaitu pH sebesar 7,8, BOD sebesar 1141,59 mg/L, COD sebesar 1726,67 mg/L, TDS sebesar 1743,33 mg/L, dan TSS sebesar 383,33 mg/L. Sedangkan karakteristik awal limbah pada perlakuan seragam bahan organik limbah cair pemotongan ayam yaitu pH sebesar 7,4, BOD sebesar 833,95 mg/L, COD sebesar 1284,44 mg/L, TDS sebesar 976,67 mg/L, dan TSS sebesar 273,33 mg/L.
2. Produksi biogas pada setiap perlakuan menghasilkan tekanan biogas yang tinggi pada hari ke 2-3 dan disertai tekanan biogas cenderung fluktuatif setelah hari itu. Perlakuan LCA (limbah cair pemotongan ayam : kotoran sapi 50%:50%) memiliki tekanan biogas yang paling tinggi hingga akhir proses anaerobik pada penelitian variasi bahan isian maupun bahan isian seragam yaitu sebesar 707,31 kg/cm² dan 303,83 kg/cm².
3. Efisiensi penurunan COD dan BOD terjadi pada penelitian variasi bahan isian pada perlakuan LCA secara berurutan yaitu 48,52% dan 48,00%. Persentase efisiensi penurunan TDS tertinggi terjadi pada bahan isian seragam pada perlakuan LCB limbah cair pemotongan ayam : kotoran sapi 60%:40%) sebesar 59,60%, sedangkan persentase efisiensi penurunan TSS terjadi pada bahan isian seragam pada perlakuan LCC (limbah cair pemotongan ayam : kotoran sapi 70%:30%) sebesar 92,07%. Persentase penurunan rasio C/N tertinggi sebesar 95,21% terjadi pada bahan isian seragam dengan perlakuan LCC (limbah cair pemotongan ayam : kotoran

sapi 70%:30%). Parameter suhu dan pH memiliki rentang nilai secara berurutan 29,7-43,80C dan 6,03-8,0.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan berikut ini merupakan saran untuk dapat dilakukan yaitu diperlukan penelitian lanjutan berkaitan perbandingan antara kotoran sapi lebih banyak dibandingkan limbah cair pemotongan ayam.

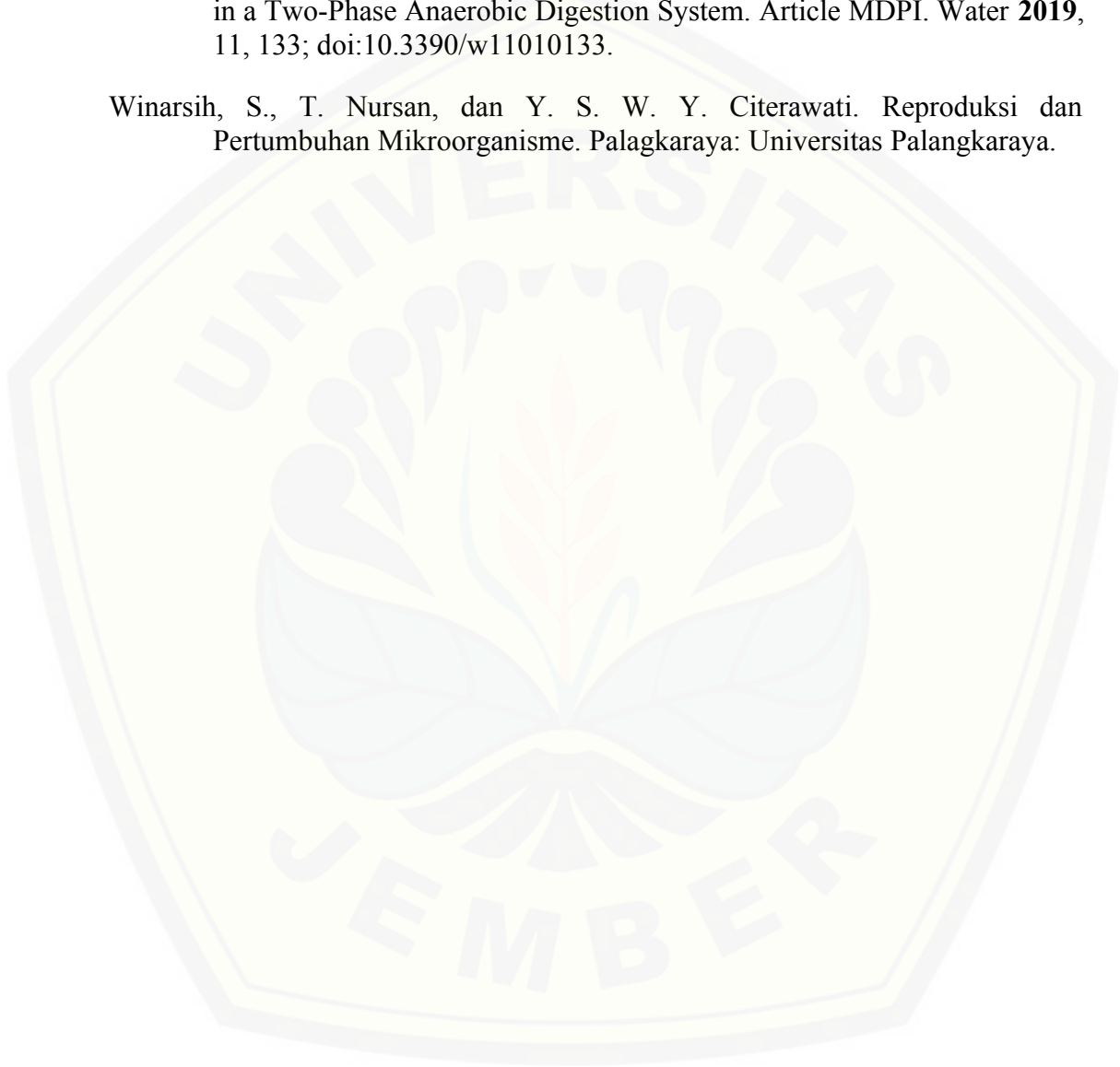


DAFTAR PUSTAKA

- Aini, A, M. Sriasih, dan D. Kisworo. 2017. Studi pendahuluan cemaran air limbah rumah potong hewan di kota mataram. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 15(1):42.
- Azwir. 2006. Analisis Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Peputra Masterindo di Kabupaten Kampar. Universitas, Semarang.
- Barlaz, M. A. 1996. *Microbiology of solid Waste Landfills*. CRS Press. Inc. Boca Raton, Florida, USA.
- Baskar, C., S. Baskar, dan R. S. Dhillon. 2012. *Biomass Conversion: The Interface of Biotechnology, Chemistry and Materials Science*, Springer Berlin Heidelberg.
- Cividino, S. R. S. 2013. *Biogas Overview of Key Technologies Benchmarking and Potentials*, Programma Interreg IV^c Italia-Austria 2007-2013.
- Diaz, J. P. 2015. *Biogas From Slaughterhouse Waste*. Thesis. University of Boras.
- Hardjanto., Z. Coto, dan Tarumingkeng, C.R. 2004. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. Institut Pertanian Bogor.
- Irawan, D, dan A. Khudori. 2015. Pengaruh Suhu Anaerobik Terhadap Hasil Biogas Menggunakan Bahan Baku Limbah Kolam Ikan Gurame. *Jurnal Turbo*. Volume 4. Nomor 1 (2015).
- Kementerian Pertanian. 2018. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2018*. ISBN: 978-979-628-035-3. <http://ditjenpkh.pertanian.go.id> [Diakses pada 5 Juli 2019].
- Kementerian Pertanian. 2010. *Pedoman Produksi Dan Penanganan Daging Ayam yang Higienis*. Jakarta.
- Lestari, W. P. 2008. Perbedaan EM-4 dan Starbio dalam Menurunkan Kadar TSS dan TDS Limbah Cair Batik Brotojyo di Desa Karangpilang, Kecamatan Masaran Kabupaten Sragen. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Luo, G. Z., N. Ma, P. Li, H. X. Tan, dan W. Liu. 2015. Enhancement of Anaerobic Digestion to Treat Saline Sludge From Recirculating Aquaculture Systems. *Scientific World Journal*.

- Marwah, S., E. Harlia, dan W. Juanda. 2016. Analisis Kualitas Gas Metan dan Jumlah Bakteri Anaerob Pada Proses Pembentukan Biogas dari Feses Sapi Potong Dalam Tabung Gungate. Universitas Padjajaran.
- Mahajoeno, E. 2008. The Possibility of Palm Oil Mill Effluent for Biogas Production. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*. 9 (1):48-52.
- Ni'mah, L. 2014. Biogas From Solid Waste of Tofu Production And Cow Manure Mixture: Composition Manure. *Chemica*. Vol (1):1-9. ISSN 2355-8776.
- Paramita, P., M. Shovitri, dan D. N. Kuswyasari. 2012. Biodegradasi Limbah Organik Pasar Dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Seprik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol (1). ISSN:2301-928X.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. 15 Oktober 2014. Lembaga Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1815. Jakarta.
- Rincon, E. L. 2017. Biogas Industrial Manual: Bioenergy And Food Security Rapid Appraisal (BEFS RA). Food And Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Said, N. I., dan Firly. 2005. Uji Performance Biofilter Anaerobik Unggun Tetap Menggunakan Biofilter Sarang Tawon untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Ayam. *Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair. JAI* Vol. 1, No. 3.
- Sanjaya, D., A. Haryanto, dan Tamriin. 2015. Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Sapi Dengan Kotran Ayam. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol 4 No. 2:127-136.
- Saputra, T., S. Triadmojo, dan A. Pertiwinigrum. 2010. Produksi Biogas Dari Campuran Feses Sapi dan Ampas Tebu (Baggase) dengan Rasio C/N yang berbeda. *Buletin Peternakan*. Vol 34 (2):114-122. ISSN 0126-4440.
- Seadi, T. A., D. Rutz, H. Prassl, M. Kottner, T. Finsterwalder, S. Volk, dan R. Janssen. 2008. *Biogas Handbook*. 1. Igrass 2014.
- Setiawan, A. 2002. *Memanfaatkan Kotoran Ternak*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sihombing, D. T. H. 1997. *Teknik Pengolahan Limbah Kegiatan/ Usaha Ternak*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup. Lembaga Penelitian. Institut Pertanian Bogor.
- Simanora, Salundik, Wahyuni, dan Surajudin. 2011. *Membuat Biogas*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

- Sunder, G. C., dan S. Satyanarayan. 2013. Efficient Treatment of Slaughter House Wastewater By Anaerobic Hybrid Reactor Packed With Special Floating Media. *International Journal of Chemical And Physical Sciences*. 2 (March):73-81.
- Wang, S., F. Ma, W. Ma, P. Wang, G. Zhao, dan X. Lu. Influence of Temperature on Biogas Production Efficiency and Microbial Community in a Two-Phase Anaerobic Digestion System. *Article MDPI. Water* **2019**, 11, 133; doi:10.3390/w11010133.
- Winarsih, S., T. Nursan, dan Y. S. W. Y. Citerawati. *Reproduksi dan Pertumbuhan Mikroorganisme*. Palangkaraya: Universitas Palangkaraya.



Lampiran 1. Data Pengukuran Harian

a. Hasil pengukuran volume biogas pada penelitian 1

	Kontrol (ml)	LA (ml)	LB (ml)	LC (ml)
1	683,3	616,7	533,3	500,0
2	1100	1216,7	733,3	1083,3
3	606,7	970,0	453,0	583,3
4	966,7	600,0	300,0	700,0
5	270,0	416,7	110,0	310,0
6	820,0	483,3	346,7	519,0
7	716,7	730,0	380,0	570,0
8	463,3	100,0	316,7	376,7
9	766,7	446,7	700,0	650,0
10	340,0	446,7	156,7	230,0
11	166,7	730,0	136,7	133,3
12	326,7	610,0	450,0	323,3
13	800,0	433,3	500,0	590,0
14	593,3	576,7	490,0	553,3
15	300,0	633,3	366,7	616,7
16	203,3	336,7	340,0	416,7
17	283,3	646,7	253,3	283,3
18	733,3	556,7	300,0	525,0
19	566,7	606,7	223,3	366,7
20	900,0	576,7	293,3	466,7
21	206,7	580,0	413,3	440,0
22	410,0	340,0	466,7	456,7
23	300,0	460,0	256,7	206,7
24	336,7	203,3	280	173,3
25	236,7	330,0	240,0	146,7
26	390,0	250,0	186,7	206,7
27	116,7	203,0	60,0	116,7
28	105	119,0	66,7	110

b. Hasil pengukuran volume biogas pada penelitian 2

	Kontrol (ml)	LA (ml)	LB (ml)	LC (ml)
1	173,3	626,7	270,0	210,0
2	370,0	396,7	106,7	220,0
3	320,0	120,0	163,3	130,0
4	170,0	210,0	73,3	123,3
5	295,0	166,7	126,7	200,0
6	140,0	220,0	40,0	150,0
7	193,3	334,3	110,0	170,0
8	233,3	260,0	220,0	250,0
9	283,3	43,3	23,3	93,3
10	510,0	610,0	493,3	290,0
11	206,7	353,3	113,3	116,7
12	126,7	256,7	83,3	56,7
13	193,3	303,3	86,7	86,7
14	20,0	120,0	33,3	20,0
15	0	226,7	40,0	0
16	0	50,0	0	0
17	0	30,0	0	0
18	0	10,0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0

c. Hasil pengukuran suhu biogas pada penelitian 1

	Kontrol (°C)	LA (°C)	LB (°C)	LC (°C)
1	38,0	36,0	37,3	37,3
2	34,7	37,0	38,0	36,3
3	38,0	36,3	37,0	37,7
4	37,3	36,3	37,7	40,8
5	29,7	29,7	30,7	29,3
6	36,3	40,3	40,7	40,3
7	36,7	38,7	37,0	36,3
8	37,3	38,7	37,7	39,0
9	39,7	41,8	41,7	44,0
10	33,2	31,8	32,2	32,2
11	32,0	30,3	31,3	31,3
12	36,0	37,7	35,7	34,7
13	38,7	39,7	39,2	37,5
14	38,0	39,3	39,0	40,0
15	39,3	43,0	37,7	41,3
16	37,3	35,8	37,3	41,3
17	36,0	37,3	38,0	38,0
18	38,2	38,8	39,0	38,7
19	33,2	32,2	33,0	32,2
20	37,7	38,3	37,8	37,1
21	37,3	37,3	37,3	38,3
22	36,3	37,7	37,2	37,0
23	35,2	36,3	36,0	35,0
24	34,3	35,3	34,5	34,0
25	35,8	36,0	36,0	36,7
26	35,0	35,3	36,0	35,3
27	31,8	32,0	31,8	31,7
28	32,0	32,2	31,7	31,8

d. Hasil pengukuran suhu biogas pada penelitian 2

	Kontrol (°C)	LA (°C)	LB (°C)	LC (°C)
1	32,0	32,2	31,7	31,8
2	36,0	36,0	36,3	36,3
3	37,3	38,0	37,2	37,0
4	34,8	36,0	35,3	35,3
5	36,8	36,0	36,7	37,0
6	34,3	33,3	34,2	35,3
7	36,0	37,7	35,3	35,7
8	34,7	35,0	34,3	35,0
9	33,7	33,7	33,3	33,3
10	35,0	35,0	35,0	34,7
11	32,7	34,0	33,0	33,3
12	33,0	32,7	32,3	32,3
13	31,3	31,3	31,7	30,3
14	30,3	30,7	30,3	30,7
15	35,0	36,3	34,7	35,0
16	36,0	35,0	33,0	34,0
17	33,0	33,0	34,0	35,0
18	33,0	34,0	35,0	36,0
19	34,0	35,0	36,0	35,0
20	33,0	34,0	35,0	34,0
21	34,0	33,0	33,0	35,0

Lampiran 2. Hasil pengukuran parameter awal akhir

a. Hasil pengukuran parameter COD pada penelitian 1

Perlakuan	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
K1	1616,67	1240,00
K2	2140,00	1333,33
K3	1423,33	1280,00
LA1	4400,00	1863,33
LA2	3456,67	1983,33
LA3	3720,00	2113,33
LB1	3376,67	2660,00
LB2	4830,00	2223,33
LB3	2856,67	2680,00
LC1	2113,33	2013,33
LC2	1813,33	1260,00
LC3	3480,00	2220,00

b. Hasil pengukuran parameter COD pada penelitian 2

Perlakuan	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
K1	1240,00	380,00
K2	1333,33	663,33
K3	1280,00	926,67
LA1	1863,33	1250,00
LA2	1983,33	1980,00
LA3	2113,33	1330,00
LB1	2660,00	1156,67
LB2	2223,33	2043,33
LB3	2680,00	1180,00
LC1	2013,33	1850,00
LC2	1260,00	1010,00
LC3	2220,00	2150,00

c. Hasil pengukuran parameter BOD pada penelitian 1

Perlakuan	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
K1	898,30	583,95
K2	1433,80	1003,95
K3	1092,68	913,95
LA1	2277,90	1138,95
LA2	2363,16	1353,95
LA3	1787,90	850,00
LB1	2267,62	1473,95
LB2	1284,05	808,95
LB3	1481,58	888,95
LC1	1191,85	738,95
LC2	1156,17	943,95
LC3	1990,69	1293,95

d. Hasil pengukuran parameter BOD pada penelitian 2

Perlakuan	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
K1	583,95	379,57
K2	1003,95	1000,53
K3	913,95	528,00
LA1	1138,95	985,00
LA2	1353,95	1085,00
LA3	893,95	580,00
LB1	1473,95	1010,00
LB2	808,95	525,82
LB3	888,95	570,00
LC1	738,95	480,00
LC2	943,95	677,65
LC3	1293,95	1065,00

e. Hasil pengukuran parameter TDS pada penelitian 1

Perlakuan	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
K1	1670,00	960,00
K2	2160,00	780,00
K3	1400,00	1190,00
LA1	3770,00	1600,00
LA2	4920,00	1460,00
LA3	3770,00	3030,00
LB1	4080,00	2820,00
LB2	6110,00	5880,00
LB3	4370,00	1920,00
LC1	3820,00	2590,00
LC2	3690,00	2680,00
LC3	4670,00	2910,00

f. Hasil pengukuran parameter TDS pada penelitian 2

Perlakuan	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
K1	1670,00	900,00
K2	2160,00	700,00
K3	1400,00	500,00
LA1	3770,00	1540,00
LA2	4920,00	730,00
LA3	3770,00	430,00
LB1	4080,00	1190,00
LB2	6110,00	1390,00
LB3	4370,00	1710,00
LC1	3820,00	1870,00
LC2	3690,00	1770,00
LC3	4670,00	1770,00

g. Hasil pengukuran parameter TSS pada penelitian 1

Perlakuan	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
K1	550,00	440,00
K2	330,00	210,00
K3	270,00	170,00
LA1	2170,00	1670,00
LA2	2520,00	1910,00
LA3	2690,00	760,00
LB1	4330,00	1350,00
LB2	3230,00	1360,00
LB3	4340,00	1450,00
LC1	6390,00	3150,00
LC2	2080,00	1520,00
LC3	1590,00	1380,00

h. Hasil pengukuran parameter TSS pada penelitian 2

Perlakuan	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
K1	1670,00	160,00
K2	2160,00	80,00
K3	1400,00	150,00
LA1	3770,00	1330,00
LA2	4920,00	1330,00
LA3	3770,00	400,00
LB1	4080,00	470,00
LB2	6110,00	610,00
LB3	4370,00	790,00
LC1	3820,00	130,00
LC2	3690,00	310,00
LC3	4670,00	40,00

i. Hasil pengukuran parameter Rasio C/N pada penelitian 1

Perlakuan	Awal	Akhir
K1	24,00	12,00
K2	26,52	11,57
K3	28,14	11,54
LA1	28,30	9,09
LA2	27,64	8,95
LA3	29,80	8,45
LB1	28,57	8,93
LB2	29,37	9,45
LB3	28,37	8,93
LC1	27,96	9,80
LC2	27,60	8,55
LC3	28,54	8,73

j. Hasil pengukuran parameter Rasio C/N pada penelitian 2

Perlakuan	Awal	Akhir
K1	24,00	0,46
K2	26,52	0,37
K3	28,14	1,24
LA1	28,30	0,75
LA2	27,64	0,67
LA3	29,80	0,62
LB1	28,57	0,50
LB2	29,37	0,45
LB3	28,37	0,35
LC1	27,96	0,54
LC2	27,60	1,00
LC3	28,54	0,80

k. Hasil pengukuran parameter pH pada penelitian 1

Perlakuan	Awal	Akhir
K1	8,00	7,20
K2	8,20	8,10
K3	8,00	7,00
LA1	7,70	6,90
LA2	7,80	6,90
LA3	7,70	7,00
LB1	7,90	7,00
LB2	7,80	6,90
LB3	7,80	7,00
LC1	8,00	7,00
LC2	8,10	7,00
LC3	8,00	7,10

l. Hasil pengukuran parameter pH pada penelitian 2

Perlakuan	Awal	Akhir
K1	7,20	6,70
K2	8,10	6,20
K3	7,00	6,10
LA1	6,90	6,10
LA2	6,90	6,20
LA3	7,00	6,20
LB1	7,00	6,10
LB2	6,90	6,00
LB3	7,00	6,00
LC1	7,00	5,90
LC2	7,00	5,80
LC3	7,10	5,90

Lampiran 3. Hasil uji ANOVA

a. Hasil uji ANOVA penelitian 1

Source of SS variation	df	MS	F	p-value	F crit	
Rows	1003635	3	334545,61	12,82705	6,76E-1	2,721783
Columns	7715709	27	296758,1	11,37822	2,98E-1	1,638019
Error	2034336	78	26081,23			
Total	10753680	108				

b. Hasil uji ANOVA penelitian 2

Source of SS variation	df	MS	F	p-value	F crit	
Rows	241139,3	3	80379,78	10,30388	1,62E-05	2,766438
Columns	1963487	20	103341,4	13,24733	1,64E-14	1,771972
Error	444652,5	57	7800,92			
Total	2649278	79				

Lampiran 4. Dokumentasi

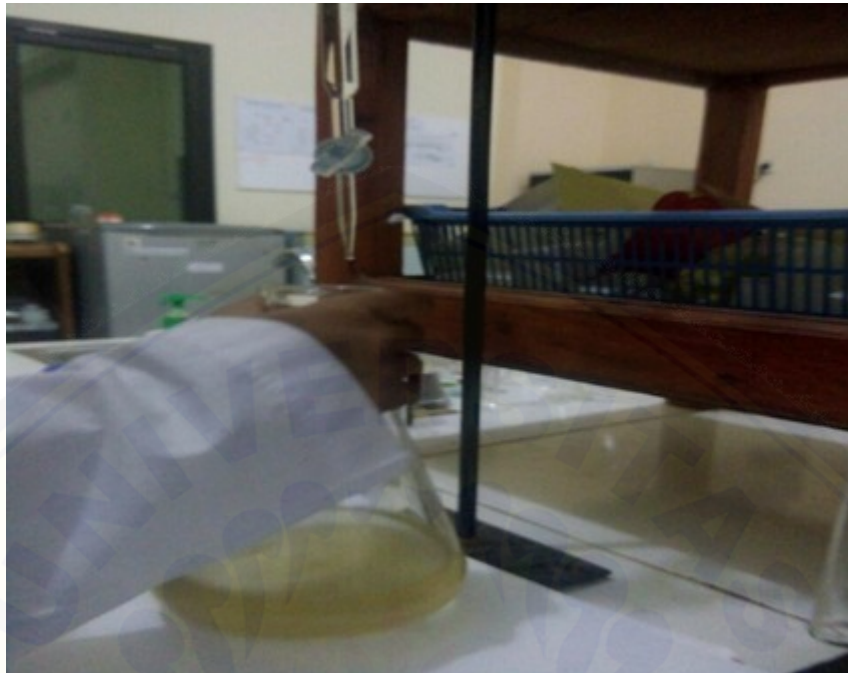
a. Penyiapan kotoran sapi



b. Pengukuran pH



c. Pengukuran BOD



d. Pengukuran COD



e. Pengukuran TDS



f. Pengukuran TSS



g. Pengukuran suhu dan volume biogas

