

**ANALISIS MIKROBA DOMINAN  
PADA FASE PEMBENTUKAN BIOGAS  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN STARTER EM-4**



**SKRIPSI**

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat  
Mencapai Derajat Sarjana S-1**

**Oleh :  
AHMAD ARIF SAPUTRA  
1301070027**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

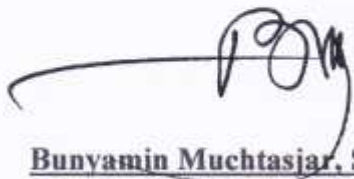
**SKRIPSI**

**ANALISIS MIKROBA DOMINAN  
PADA FASE PEMBENTUKAN BIOGAS  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN STARTER EM-4**

**Oleh:  
AHMAD ARIF SAPUTRA  
1301070027**

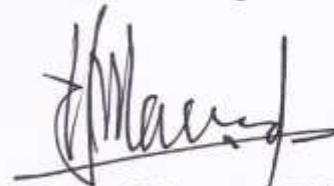
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



**Bunvamin Muchtasjar, S.T., M.T.**  
NIK. 2160137

Pembimbing II



**Drs. Heri Maryanto, M.Si.**  
NIP. 19600813 199103 1 002

**Skripsi Berjudul**

**ANALISIS MIKROBA DOMINAN PADA FASE PEMBENTUKAN BIOGAS  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN STARTER EM-4**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**AHMAD ARIF SAPUTRA**  
1301070027

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji pada tanggal 12 Agustus 2017 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

**Pembimbing**

1. **Bunvamin Muchtasjar, ST., MT.**

NIK. 2160137

2. **Drs. Heri Marvanto, M.Si.**

NIP. 19600813 199103 1 002

**Penguji**

3. **Dr. H. Susanto, M.Si.**

NIK. 2160043

4. **Drs. H. Arief Husin, M.Si.**

NIK. 2160062

Purwokerto, 12 Agustus 2017  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dekan,



**Drs. Pudiyono, M.Hum.**

NIP. 19560508 198603 1 003

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : AHMAD ARIF SAPUTRA

NIM : 1301070027

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Menyusun skripsi dengan judul :

**ANALISIS MIKROBA DOMINAN PADA FASE PEMBENTUKAN BIOGAS LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN STARTER EM-4**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan dibuatkan oleh orang lain atau jiplakan atas modifikasi karya orang lain.

Bila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang sudah saya peroleh.

Purwokerto, 12 Agustus 2017

Yang Menyatakan,



**AHMAD ARIF SAPUTRA**  
1301070027

## MOTTO

وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ وَلَئِن كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ ۗ

“Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih”


(Q.S. Ibrahim [14]: 7)

“Tiadanya keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan; dan saya percaya pada diri saya sendiri”.

(Muhammad Ali)

*“Success is a Combination of Two Things, Your Effort & Allah’s Help”*

## PERSEMBAHAN

The background of the page features a large, light gray watermark of the Universitas Muhammadiyah Purwokerto logo. The logo is a circular emblem with a scalloped border. Inside the border, the text "UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH" is written in an arc at the top, and "PURWOKERTO" is written in an arc at the bottom, separated by two stars. The center of the emblem contains a sunburst design with Arabic calligraphy.

Skripsi ini peneliti persembahkan untuk:  
Bapak Misman & Ibu Mulih Astuti tercinta  
serta adikku tersayang,  
Inggit Maulana Prasetyo

## UCAPAN TERIMAKASIH

Assalamu'alaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SAW yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya. Shalawat dan salam semoga masih tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang istiqomah dalam islam.

Berkat rahmat Allah Yang Maha Kuasa, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang sederhana ini. Dalam proses penelitian dan penyusunan atau penulisan skripsi ini, peneliti telah berusaha maksimal mungkin untuk menghasilkan karya yang terbaik. Penulis mengucapkan terimakasih setulus-tulusnya kepada Bunyamin Muchtasjar, S.T., M.T. dan Drs. Heri Maryanto, M.Si., pembimbing yang selalu memberikan semangat, saran yang membangun dan dengan ikhlas mengoreksi secara cermat. Penulis juga ingin menyampaikan penghargaan dan mengucapkan terimakasih kepada:

1. Drs. Pudiyono, M.Hum., Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
2. Drs. H. Arief Husin, M.Si. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Purwokerto atas motivasi dan sarannya.
3. Tim Penguji Skripsi yang telah memberi saran dan kritik serta perbaikan dalam penulisan skripsi.
4. Segenap Dosen Program Studi Pendidikan Biologi, yang telah memberikan ilmu dengan penuh dedikasi.

5. Staff laboran Program Studi Pendidikan Biologi yang member bantuan selama penelitian: Selvi Yenitasari, S.Pd., Alhikmah, S.Si. & Retno Nindrasari, S.Si.
6. Staff karyawan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
7. Bapak, Ibu, dan adik yang selalu memberikan semangat dengan cara-cara yang berbeda, sehingga peneliti mendapatkan banyak pelajaran berharga yang diterapkan dalam penyelesaian skripsi. Terimakasih untuk Do'a dan segala dukungan yang diberikan tak bisa peneliti menghitung kebaikan yang tak mungkin terbalaskan.
8. Inditia Rara Parumasari yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Pendidikan Biologi angkatan 2013 atas kerjasamanya selama ini.
10. Teman-teman organisasi: HIMAPBIO dan UKM Taekwondo.
11. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

Billahifii Sabililhaq. Fastabiqul Khairat. Semoga skripsi ini bermanfaat sebagai dasar pemikiran untuk penelitian selanjutnya, baik oleh peneliti sendiri maupun peneliti lain.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh

Purwokerto, 12 Agustus 2017

Peneliti



# ANALISIS MIKROBA DOMINAN PADA FASE PEMBENTUKAN BIOGAS LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN STARTER EM-4

AHMAD ARIF SAPUTRA

1301070027

## ABSTRAK

Ketersediaan bahan bakar alami (fosil) semakin menipis seiring dengan kepadatan dan laju perekonomian penduduk serta sifatnya yang tidak dapat diperbarui. Permasalahan tersebut memunculkan gagasan energi terbarukan sebagai contoh adalah biogas dari limbah cair industri tahu. Kendala yang dihadapi adalah efektivitas pembentukan gas. Beberapa upaya telah dilakukan salah satunya dengan penambahan starter EM-4 namun efektivitas pembentukan gas perlu dimaksimalkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mikroba dominan serta efektivitasnya dalam pembentukan biogas limbah cair industri tahu sehingga lebih maksimal. Isolasi mikroba dilakukan dengan pengenceran bertingkat sampel limbah cair tahu hingga tingkat  $10^{-5}$  dilanjutkan *pourplate* pada medium *nutrient agar*. Mikroba hasil isolasi kemudian dipurifikasi dan dilanjutkan dengan uji mikroskopis, makroskopis, dan biokimia. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan buku determinasi bakteri *Bergey's Manual Determinative of Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994); Regina *et al.* (2016); Parumasari (2017); Komala *et al.* (2012); Rajput (2012); Fapohunda (2014); & Kapahang (2007). Isolat yang telah diketahui genusnya kemudian dikelompokkan menjadi konsorsium mikroba berdasarkan fase pembentukan biogas. Konsorsium mikroba kemudian diuji dan dibandingkan dengan starter EM-4 pada digester anaerobik tipe *Batch*. Parameter yang diamati meliputi: suhu, pH, BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan volume gas. Pengamatan dilakukan setiap 7 hari sekali selama 35 hari. Hasil pengamatan parameter kemudian dianalisis deskriptif kualitatif dan statistik ANOVA pada taraf kepercayaan 95% dilanjutkan uji Duncan. Hasil identifikasi didapatkan 10 genus bakteri yaitu: *Enterobacter*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Clostridium*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, *Erwinia*, *Hafnia*, *Micrococcus* dan *Methanobacterium*. Berdasarkan analisis statistik ANOVA menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan konsorsium terhadap volume gas yang terbentuk. Hasil analisis deskriptif menunjukkan efektivitas hasil pengukuran parameter pada perlakuan K 2 lebih baik dibandingkan dengan perlakuan K 1 dan K 3 dengan mikroba yang mendominasi adalah *Methanobacterium*, *Hafnia*, *Micrococcus*, *Vibrio*, & *Bacillus*.

**Kata kunci:** *biogas, limbah cair tahu, EM-4, mikroba dominan*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PENELITIAN RELEVAN</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1. Kerangka Teori .....	5
2.1.2. Limbah Cair Industri Tahu .....	6
2.1.3. Energi Terbarukan Biogas .....	7
2.1.4. Proses Fermentasi Anaerobik Biogas .....	12
2.1.5. Starter EM-4 ( <i>Effective Microorganism-4</i> ).....	15
2.1.6. Pengaruh Konsentrasi Penambahan Starter EM-4 pada Laju Pembentukan Biogas Limbah Cair Tahu .....	16
2.1.7. Uji Biokimia .....	19
2.1.8. Identifikasi dan Karakterisasi Mikroba.....	20
2.2. Kerangka Konsep.....	25

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Lokasi dan Waktu .....	26
3.2. Alat dan Bahan.....	26
3.3. Langkah Penelitian.....	27
3.4. Pembuatan Medium .....	27
3.5. Pengambilan Sampel.....	30
3.6. Analisis Mikroba Penghasil Biogas Limbah Cair Industri Tahu	31
3.7. Identifikasi .....	37
3.8. Pembuatan Konsorsium Mikroba .....	37
3.9. Bangun Reaktor Biogas .....	38
3.10. Pengamatan Parameter.....	38
3.11. Analisis Data.....	39

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Penelitian .....	40
4.1.1. Jenis Mikroba dalam Proses Pembentukan Biogas.....	40
4.1.2. Karakteristik Isolat Mikroba .....	40
4.1.2.1. Hasil Pengamatan Karakteristik Makroskopis Koloni Bakteri .....	40
4.1.2.2. Hasil Pengamatan Karakteristik Mikroskopis Sel Bakteri .....	42
4.1.2.3. Hasil Uji Biokimia.....	43
4.1.3. Determinasi dan Identifikasi Isolat Mikroba .....	56
4.1.3.1. Determinasi Isolat.....	56
4.1.3.2. Identifikasi Mikroba .....	71

4.1.4. Konsorsium Mikroba .....	72
4.1.5. Hasil Pengamatan Parameter .....	73
4.2. Pembahasan.....	80
4.2.1. Jenis Mikroba dalam Proses Pembentukan Biogas.....	80
4.2.2. Karakteristik Uji Biokimia Mikroba.....	97
4.2.3. Analisis Mikroba Dominan.....	104
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	112
5.2. Saran .....	112
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>113</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>121</b>

## DAFTAR TABEL

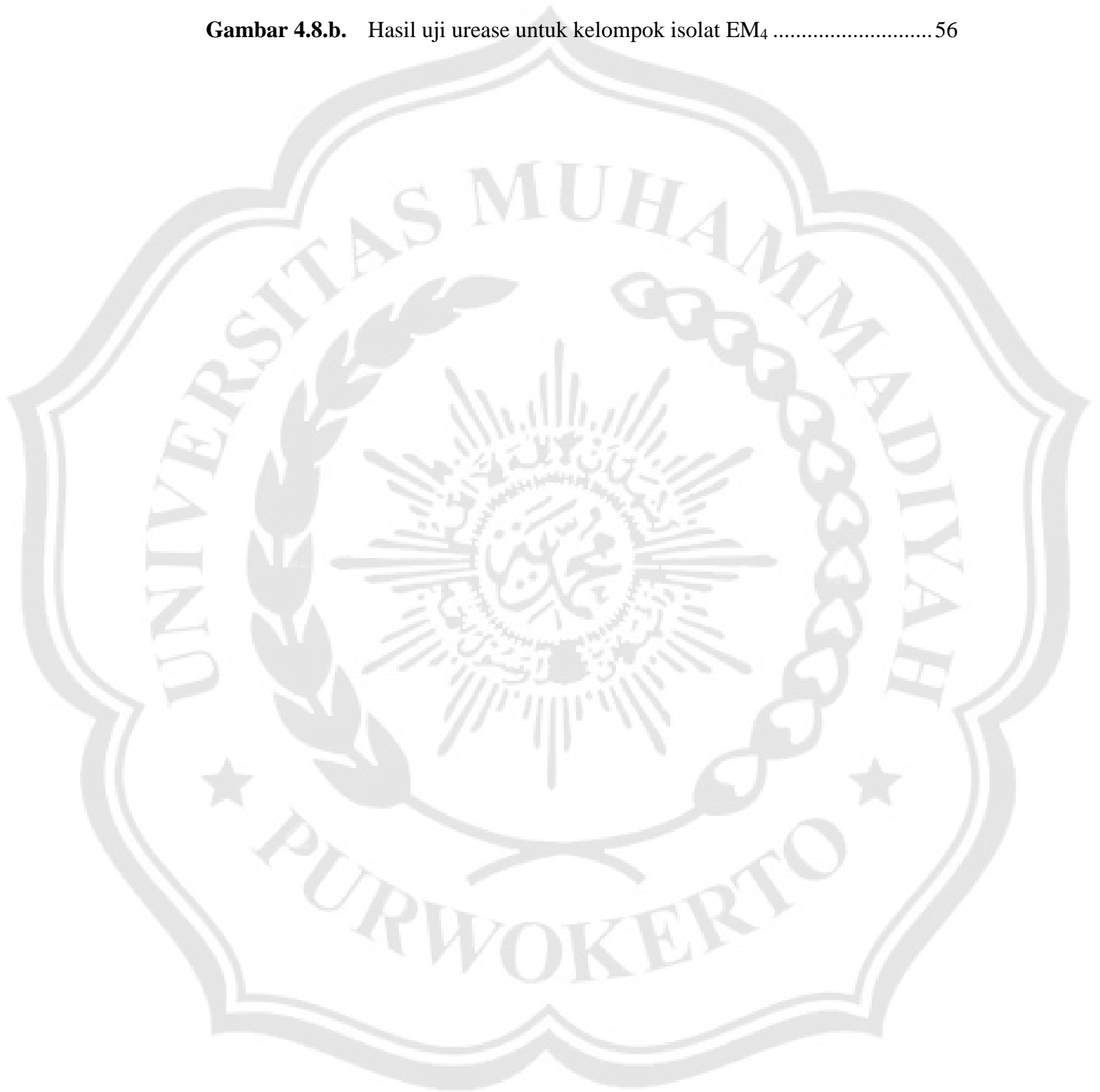
	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 4.1.</b> Karakteristik Isolat dengan kode NE-1, NE-12, EM <sub>4</sub> -1,EM <sub>4</sub> -3, EM <sub>4</sub> -4, EM <sub>4</sub> -12 dan EM <sub>4</sub> -13.....	57
<b>Tabel 4.2.</b> Karakteristik Isolat dengan kode EM <sub>4</sub> -2 dan EM <sub>4</sub> -5 .....	59
<b>Tabel 4.3.</b> Karakteristik Isolat dengan kode EM <sub>4</sub> -6.....	60
<b>Tabel 4.4.</b> Karakteristik Isolat dengan kode NE-2, NE-3, NE-4, NE-5, NE-8, EM <sub>4</sub> -7, dan EM <sub>4</sub> -15.....	62
<b>Tabel 4.5.</b> Karakteristik Isolat dengan kode EM <sub>4</sub> -8, EM <sub>4</sub> -11, EM <sub>4</sub> -14, EM <sub>4</sub> -16, EM <sub>4</sub> -17, EM <sub>4</sub> -18 dan EM <sub>4</sub> -20 .....	63
<b>Tabel 4.6.</b> Karakteristik Isolat dengan kode EM <sub>4</sub> -9.....	75
<b>Tabel 4.7.</b> Karakteristik Isolat dengan kode NE-10, NE-11, EM <sub>4</sub> -19, EM <sub>4</sub> -21, dan EM <sub>4</sub> -22 .....	66
<b>Tabel 4.8.</b> Karakteristik Isolat dengan kode EM <sub>4</sub> -10.....	67
<b>Tabel 4.9.</b> Karakteristik Isolat dengan kode NE-7 dan NE-8 .....	68
<b>Tabel 4.10.</b> Karakteristik Isolat dengan kode NE-9.....	69
<b>Tabel 4.11.</b> Hasil Identifikasi Mikroba .....	71
<b>Tabel 4.12.</b> Rancangan acak konsorsium mikroba .....	72
<b>Tabel 4.13.</b> Hasil pengamatan parameter suhu .....	74
<b>Tabel 4.14.</b> Hasil pengamatan parameter pH.....	75
<b>Tabel 4.15.</b> Hasil pengamatan parameter BOD .....	77
<b>Tabel 4.16.</b> Hasil Pengamatan parameter volume gas setiap minggu.....	78
<b>Tabel 4.17.</b> Hasil Pengamatan kenaikan volume gas setiap minggu .....	79

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1.</b> Bagan kerangka teori .....	5
<b>Gambar 2.2.</b> Grafik hubungan penambahan starter EM-4 terhadap pembentukan Biogas .....	17
<b>Gambar 2.3.</b> Grafik hubungan antara penambahan starter EM-4 pada berbagai konsentrasi terhadap lama waktu pembakaran biogas .....	17
<b>Gambar 2.4.</b> Bagan kerangka konsep .....	25
<b>Gambar 3.1.</b> Reaktor Biogas tipe <i>Batch</i> .....	38
<b>Gambar 4.1.a.</b> Hasil pengamatan makroskopis pada kelompok isolat NE.....	41
<b>Gambar 4.1.b.</b> Hasil pengamatan makroskopis pada kelompok isolat EM <sub>4</sub> .....	42
<b>Gambar 4.2.a.</b> Hasil uji penggunaan sitrat pada kelompok isolat NE.....	44
<b>Gambar 4.2.b.</b> Hasil uji penggunaan sitrat pada kelompok isolat EM <sub>4</sub> .....	45
<b>Gambar 4.3.a.</b> Hasil uji fermentasi karbohidrat pada kelompok isolat NE.....	45
<b>Gambar 4.3.b.</b> Hasil uji fermentasi karbohidrat pada kelompok isolat EM <sub>4</sub> .....	46
<b>Gambar 4.4.a.</b> Hasil uji indol pada kelompok isolat NE.....	47
<b>Gambar 4.4.b.</b> Hasil uji indol pada kelompok isolat EM <sub>4</sub> .....	48
<b>Gambar 4.5.a.</b> Hasil uji <i>methyl red</i> untuk kelompok isolat NE.....	49
<b>Gambar 4.5.b.</b> Hasil uji <i>methyl red</i> untuk kelompok isolat EM <sub>4</sub> .....	50
<b>Gambar 4.6.a.</b> Hasil uji <i>Voges Proskauer</i> (VP) pada kelompok isolat NE.....	51
<b>Gambar 4.6.b.</b> Hasil uji <i>Voges Proskauer</i> (VP) pada kelompok isolat EM <sub>4</sub> .....	52
<b>Gambar 4.7.a.</b> Hasil uji katalase untuk kelompok isolat NE.....	53
<b>Gambar 4.7.b.</b> Hasil uji katalase untuk kelompok isolat EM <sub>4</sub> .....	54

**Gambar 4.8.a.** Hasil uji urease untuk kelompok isolat NE ..... 55

**Gambar 4.8.b.** Hasil uji urease untuk kelompok isolat EM<sub>4</sub> ..... 56



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran 1.</b> Tabel hasil isolat bakter yang berhasil diisolasi dari limbah cair industri tahu asli dan dari limbah cair industri tahu + EM-4 .....	121
<b>Lampiran 2.</b> Hasil pengamatan karakteristik mikroskopik sel bakteri.....	124
<b>Lampiran 3.</b> Kegiatan Penelitian.....	130
<b>Lampiran 4.</b> Kelompok Bakteri Pembentuk Biogas .....	132
<b>Lampiran 5.</b> Hasil Analisis Statistik .....	137