



**TINGKAT PENURUNAN KADAR *BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND* (BOD)  
DAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) LIMBAH CAIR INDUSTRI  
TAHU OLEH *EFFECTIVE MICROORGANISM 4* (EM-4)**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Aris Widyatmoko**  
**NIM 072110101064**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**TINGKAT PENURUNAN KADAR *BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND* (BOD)  
DAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) LIMBAH CAIR INDUSTRI  
TAHU OLEH *EFFECTIVE MICROORGANISM 4* (EM-4)**

**SKRIPSI**

diajukan guna memenuhi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh  
**Aris Widyatmoko**  
**NIM 072110101064**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibunda Sri Arbainah dan Ayahanda Djoko Subiantoro yang telah memberikan kasih sayang, kesabaran, dan dukungan spiritual maupun moral yang telah tercurahkan dengan penuh keikhlasan. Semoga Allah selalu memberikan kasih sayang, kesehatan, dan kebahagiaan;
2. Kakak-kakaku Esty Widya Arianti dan Dya Retno Sulistyowati yang telah memberi dukungan, semangat dan nasihat-nasihat yang cukup berarti;
3. Putri Intianti Utami yang tiada henti memberikan perhatian, semangat, dan dukungan;
4. Almamater tercinta Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

## MOTTO

Jadilah orang yang sedikit dari orang-orang yang kebanyakan  
Kesuksesan anda tidak bisa dibandingkan dengan orang lain, melainkan dibandingkan  
dari diri anda sebelumnya (Jaya)\*)

Mulailah semua dari mimpi, kerja keras, jangan pernah takut untuk mengambil  
langkah dan lakukan sekarang juga. Karena hari esok belum tentu bisa menjadi hari  
milik kita (Anonim)\*\*)

Tak ada rahasia untuk menggapai sukses. Sukses itu dapat terjadi karena persiapan,  
kerja keras, dan mau belajar dari kegagalan (Jaya)\*)

---

\*) Jaya, Setiabudi. 2010. *The Power of Kepepet*. Jakarta : PT Gramedia Utama

\*\*\*) Anonim. Tanpa Tahun. Motto Hidup. <http://www.logikakehidupan.com/href?/01> [7 Juli 2011]

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aris Widyatmoko

NIM : 072110101064

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “*Tingkat Penurunan Kadar Biological Oxygen Demand (BOD) Dan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Cair Industri Tahu Oleh Effective Microorganism 4 (EM-4)*”. Adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 28 Juli 2011

Yang Menyatakan,

Aris Widyatmoko

NIM. 072110101064

**SKRIPSI**

**TINGKAT PENURUNAN KADAR *BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND* (BOD)  
DAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) LIMBAH CAIR INDUSTRI  
TAHU OLEH *EFFECTIVE MICROORGANISM 4* (EM-4)**

Oleh  
Aris Widyatmoko  
NIM 072110101064

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : Khoiron, S.KM., M.Sc.

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Tingkat Penurunan Kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) Dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Limbah Cair Industri Tahu Oleh *Effective Microorganism 4* (EM-4)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

hari, tanggal : Rabu, 3 Agustus 2011

tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Dr. Pudjo Wahjudi, M.S.  
NIP.19540314 198012 1 001

Khoiron, S.KM., M.Sc.  
NIP.19780315 200501 1 002

Anggota I

Anggota II

Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes.  
NIP.19811120 200501 2 001

Erwan Widiyatmoko, S.T.  
NIP. 19780205 200012 1 003

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Jember

Drs. Husni Abdul Gani, M.S.  
NIP. 19560810 198303 1 003

*Decreasing Rate of Biological Oxygen Demand (BOD) And Chemical Oxygen Demand (COD) Level Of Tofu Industry's Liquid Waste By Effective Microorganism 4 (EM-4)*

**Aris Widyatmoko**

*Department of Environment Health and Occupational Health and Safety,  
Public Health Faculty, Jember University*

**ABSTRACT**

*Nowadays, there are many tofu industries doing their activity in public settlement. This industry is very related to environmental problems because it produce organic waste, so it can increase the Biological Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) level. One of the alternative liquid wastes processing of tofu industry is by ferment tofu's waste with microbe using Effective Microorganism 4 (EM-4). The purpose of this research is to know the difference of Biological Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) level in tofu industry's liquid waste before and after adding Effective Microorganism 4 (EM-4). This research is an experimental research with True Experimental Design. This research has control group and experiment that is the independent variable of the research. The control group is the sample water without Effective Microorganism 4 (EM-4), the first experiment group ( $X_1$ ) is added 4 ml/l of Effective Microorganism 4 (EM-4), the second experiment group ( $X_2$ ) is added 6 ml/l of Effective Microorganism 4 (EM-4), and the third experiment group ( $X_3$ ) is added 8 ml/l of Effective Microorganism 4 (EM-4). The result of this research showed that there is a significant difference in 4 of experiment group. The most effective EM-4 capability in decreasing Biological Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) level is by adding 8 ml/l of Effective Microorganism 4 (EM-4).*

**Keywords :** *Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand COD, Effective Microorganism 4 EM-4*



## RINGKASAN

**Tingkat Penurunan Kadar Biological Oxygen Demand (BOD) Dan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Cair Industri Tahu Oleh Effective Microorganism 4 (EM-4);** Aris Widyatmoko; 072110101064; 2011; 76 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember

Terdapat banyak industri tahu yang pada saat ini melakukan kegiatannya dipemukiman penduduk merupakan industri kecil yang erat hubungannya dengan masalah lingkungan karena limbah yang dikeluarkan berupa limbah organik. Limbah cair pada proses pembuatan tahu berasal dari air cucian kedelai, air rendaman, air penyaringan, air penggumpalan, dan air sisa pencetakan. Senyawa - senyawa dalam air limbah akan meningkatkan BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), pH, suhu, bau dan unsur-unsur lain yang merupakan parameter pencemaran air

Menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri Atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk BOD, COD berturut-turut adalah 150 mg/l dan 300 mg/l. tetapi pada kenyataannya hampir semua industri tahu limbah cairnya melebihi standart baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan fakta-fakta tersebut maka diperlukan solusi untuk alternatif pemecahan masalah tersebut yaitu dengan memanfaatkan EM-4 dalam menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair industri tahu.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas EM-4 dalam menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair industri tahu setelah diberi penambahan EM-4 sebanyak 4 ml/l, 6 ml/l dan 8ml/l. Penelitian ini merupakan penelitian dengan desain *True Experimental Designs* dengan bentuk dengan bentuk

*Posttest-Only Control Design.* Pada penelitian ini peneliti memanfaatkan bakteri *Effective Microorganism 4* (EM-4) untuk menurunkan kadar BOD dan COD air limbah tahu. Terdapat 4 kelompok dalam penelitian yang telah dilakukan yaitu kelompok kontrol dengan air baku yang tidak diberi penambahan EM-4, kelompok eksperimen pertama ( $X_1$ ) diberi penambahan EM-4 sebanyak 4 ml/l, kelompok eksperimen kedua ( $X_2$ ) diberi penambahan EM-4 sebanyak 6 ml/l dan kelompok eksperimen ketiga ( $X_3$ ) diberi penambahan EM-4 sebanyak 8 ml/l.

Berdasarkan hasil penelitian eksperimen yang telah dilakukan untuk mengukur kadar BOD air limbah industri tahu menggunakan metode Titrasi cara Winkler menunjukkan bahwa air baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebesar 3634,66 mg/l, sedangkan untuk kadar COD air limbah industri tahu pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometri didapatkan hasil yaitu sebesar 6550 mg/l. Terdapat perbedaan yang signifikan kadar BOD dan COD antara kelompok kontrol, kelompok  $X_1$  (penambahan konsentrasi EM-4 sebanyak 4 ml/l),  $X_2$  (penambahan konsentrasi EM-4 sebanyak 6 ml/l), dan  $X_3$  (penambahan konsentrasi EM-4 sebanyak 8 ml/l). Perbedaan tersebut dapat dilihat dari presentase kadar BOD dan COD setelah mengalami perlakuan yaitu untuk kelompok  $X_1$  rata-rata mampu menurunkan kadar BOD sebesar 18,94 % sedangkan untuk COD sebesar 10 %, kelompok  $X_2$  rata-rata mampu menurunkan kadar BOD sebesar 29,83 % sedangkan untuk COD sebesar 15,73 %, kelompok  $X_3$  rata-rata mampu menurunkan kadar BOD sebesar 55,74 % sedangkan untuk COD sebesar 28,98 %. Kemampuan EM-4 dalam menurunkan kadar BOD dan COD yang paling efektif adalah dengan pemberian dosis EM-4 sebanyak 8 ml/l.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Tingkat Penurunan Kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) Dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Limbah Cair Industri Tahu Oleh *Effective Microorganism 4* (EM-4)”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat.

Saat proses penulisan karya ilmiah ini penulis banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada:

1. Drs. Husni Abdul Gani, MS., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat.
2. Dr. Pudjo Wahjudi, M.S., selaku dosen Ketua Penguji.
3. Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes. selaku dosen Pembimbing Utama.
4. Khoiron, S.KM., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota
5. Erwan Widiyatmoko, S.T. Selaku Pembimbing Lapangan
6. Para anggota 5sekawan yang memberikan inspirasi dan semangat dalam hal kuliah serta berwirausaha, kibarkan terus bendera kewirausahaan dimanapun kalian berada teman.
7. Teman-teman baikku di rumah kost jalan Belitung 2 No. 11A
8. Teman-teman ENVHY 2007 (*Environmental Health Community*) sebagai teman seperjuangan.
9. Teman-teman FKM angkatan 2007, atas segala kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini.
10. Semua guru-guruku dari TK sampai dengan SMA serta bapak dan ibu dosen yang telah memberikan ilmunya semoga bermanfaat dan mendapatkan balasan dari-Nya.

11. Seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi bagi terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Atas perhatian dan dukungannya, penulis menyampaikan terima kasih

Jember, 28 Juli 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.2 Tujuan Penelitian</b> .....	4
1.1.1 Tujuan Umum .....	4
1.1.2 Tujuan Khusus .....	4
<b>1.3 Manfaat Penelitian</b> .....	4
1.3.1 Manfaat Teoritis.....	4
1.3.2 Manfaat Praktis .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Limbah</b> .....	6
2.1.1 Pengertian Air Limbah.....	6

2.1.2	Komposisi Air Limbah.....	6
2.1.3	Sumber Limbah.....	6
2.1.4	Karakteristik Air Limbah.....	8
2.1.5	Dampak Negatif Dari Limbah .....	8
<b>2.2</b>	<b>Tinjauan Umum Tentang Industri Tahu.....</b>	<b>9</b>
2.2.1	Proses Pembuatan Tahu .....	9
2.2.2	Karakteristik Limbah Industri Tahu.....	12
<b>2.3</b>	<b>Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Pengolahan Limbah Cair Dengan Proses Biofilter Anaerob     dan Aerob .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5</b>	<b>BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....</b>	<b>18</b>
<b>2.6</b>	<b>COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....</b>	<b>19</b>
<b>2.7</b>	<b>EM-4 (<i>Effective Mikroorganism – 4</i>).....</b>	<b>22</b>
<b>2.8</b>	<b>BOD COD dan EM-4.....</b>	<b>24</b>
<b>2.9</b>	<b>Kerangka Konseptual Penelitian.....</b>	<b>27</b>
<b>2.10</b>	<b>Hipotesis Penelitian.....</b>	<b>29</b>
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Jenis Penelitian .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>31</b>
3.2.1	Tempat Penelitian .....	31
3.2.2	Waktu Penelitian .....	31
<b>3.3</b>	<b>Objek Penelitian.....</b>	<b>32</b>
3.3.1	Sampel.....	32
3.3.2	Teknik Pengambilan Sampel .....	32
<b>3.4</b>	<b>Variabel dan Definisi Operasional .....</b>	<b>32</b>
3.4.1	Variabel Penelitian.....	32
3.4.2	Definisi Operasional .....	33
<b>3.5</b>	<b>Alat dan Bahan.....</b>	<b>34</b>

3.5.1 Alat.....	34
3.5.2 Bahan .....	35
<b>3.6 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>35</b>
<b>3.7 Data dan Sumber Data .....</b>	<b>39</b>
3.7.1 Data Primer .....	39
3.7.2 Data Sekunder .....	39
<b>3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data .....</b>	<b>39</b>
<b>3.9 Kerangka Alur Penelitian .....</b>	<b>40</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Hasil Pengukuran BOD dan COD Air Baku</b>	
<b>Sebelum Mengalami Perlakuan.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Hasil Pengukuran BOD dan COD Air Baku</b>	
<b>Setelah Mengalami Perlakuan .....</b>	<b>41</b>
4.2.1 Hasil Pengukuran BOD Air Baku	
Setelah Mengalami Perlakuan.....	44
4.2.1.1 Kelompok Eksperimen Dengan Penambahan	
Konsentrasi EM-4 Sebanyak 4 ml/l .....	45
4.2.1.2 Kelompok Eksperimen Dengan Penambahan	
Konsentrasi EM-4 Sebanyak 6 ml/l .....	46
4.2.1.3 Kelompok Eksperimen Dengan Penambahan	
Konsentrasi EM-4 Sebanyak 8 ml/l .....	47
4.2.2 Hasil Pengukuran COD Air Baku	
Setelah Mengalami Perlakuan.....	49
4.2.2.1 Kelompok Eksperimen Dengan Penambahan	
Konsentrasi EM-4 Sebanyak 4 ml/l .....	50
4.2.2.2 Kelompok Eksperimen Dengan Penambahan	
Konsentrasi EM-4 Sebanyak 6 ml/l .....	51

4.2.2.3 Kelompok Eksperimen Dengan Penambahan	
Konsentrasi EM-4 Sebanyak 8 ml/l .....	52
<b>4.3 Analisis Perbedaan Penambahan Konsentrasi</b>	
<b>EM-4 Terhadap Penurunan Kadar BOD</b>	
Limbah Cair Industri Tahu .....	54
<b>4.4 Analisis Perbedaan Penambahan Konsentrasi</b>	
<b>EM-4 Terhadap Penurunan Kadar COD</b>	
Limbah Cair Industri Tahu .....	61
<b>4.5 Keterbatasan Penelitian .....</b>	<b>72</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>73</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>74</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>74</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tata Letak RAL Penelitian .....	31
Tabel 3.2	Definisi Operasional .....	33
Tabel 4.1	Hasil Eksperimen Kadar BOD Limbah Cair Industri Tahu .....	42
Tabel 4.2	Hasil Eksperimen Kadar COD Limbah Cair Industri Tahu .....	43
Tabel 4.3	Kemampuan Penurunan Kadar BOD Pada Tiap <i>Treatment</i> .....	48
Tabel 4.4	Kemampuan Penurunan Kadar COD Pada Tiap <i>Treatment</i> .....	53
Tabel 4.5	Tes Homogenitas Varian BOD .....	55
Tabel 4.6	Uji F BOD .....	55
Tabel 4.7	Test <i>Post Hoc</i> BOD Dengan Fungsi <i>Tukey</i> .....	57
Tabel 4.8	Tes Homogenitas Varian COD .....	62
Tabel 4.9	Uji F COD .....	62
Tabel 4.10	Test <i>Post Hoc</i> COD Dengan Fungsi <i>Tukey</i> .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Proses Pembuatan Tahu .....	11
Gambar 2.2	Diagram Neraca Masa Proses Pembuatan Tahu .....	14
Gambar 2.3	Kerangka Konseptual .....	27
Gambar 3.1	Rancangan Penelitian .....	30
Gambar 3.2	Bagan Alur Prosedur Penelitian .....	38
Gambar 3.3	Alur Penelitian .....	40
Gambar 4.1	Grafik Kadar BOD kelompok Eksperimen Dengan Penambahan Konsentrasi EM-4 Sebanyak 4 ml/l, 6 ml/l dan 8 ml/l .....	44
Gambar 4.2	Grafik Kadar COD kelompok Eksperimen Dengan Penambahan Konsentrasi EM-4 Sebanyak 4 ml/l, 6 ml/l, 8 ml/l. ....	49

## DAFTAR SINGKATAN

ANOVA	= <i>Analisis Of Variance</i>
BML	= <i>Baku Mutu Limbah</i>
BOD	= <i>Biological Oxygen Demand</i>
COD	= <i>Chemical Oxygen Demand</i>
DO	= <i>Disolved Oxygen</i>
EM-4	= <i>Effective Microorganism 4</i>
IPAL	= <i>Instalasi Pengolahan Limbah</i>
RAL	= <i>Rancangan Acak Lengkap</i>
SK	= <i>Surat Keputusan</i>
TSS	= <i>Total Suspended Solid</i>