Tugas Akhir

BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN LARUTAN *EFFECTIVE MICROOGANISM-4* (EM4) SECARA ANAEROB-AEROB

Disusun Oleh:

Trisca Deffy

NIM: H75216049

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: TRISCA DEFFY
NIM	: H75216049
Program Studi	: TEKNIK LINGKUNGAN
Angkatan	: 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN LARUTAN *EFFECTIVE MICROOGANISM-4* (EM4) SECARA ANAEROB-AEROB. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 04 Agustus 2020

Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL

C5482AHF530822113

6000

ENAM RIBU RUPIAH

(Trisca Deffy)

NIM. H75216049

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

NAMA : TRISCA DEFFY

NIM : H75216049

JUDUL : BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR TAHU MENGGUNAKAN LARUTAN *EFFECTIVE MICROORGANISM-4* (EM4) SECARA ANAEROB- AEROB

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 24 Juli 2020

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Widya Nilandita, M.KL)	(Ida Munfarida, M.Si, M.T)
NIP. 198410072014032001	NIP. 198411302015032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Trisca Deffy ini telah dipertahankan
didepan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 28 Juli 2020

Mengetahui,
Dosen Penguji

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Widya Nilandita, M.KL	Ida Munfarida, M.Si, M.T
NIP. 198410072014032001	NIP. 198411302015032001
Dosen Penguji III	**Dosen Penguji IV**
(Abdul Hakim, M.T)	(Sulistiya Nengse, M.T)
NIP. 198008062014031002	NUP. 201603320

Mengetahui,
Plt, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: TRISCA DEFFY
NIM	: H75216049
Fakultas/Jurusan	: SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address	: triscadeffy90@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN LARUTAN *EFFECTIVE MICROOGANISM-4* (EM4) SECARA ANAEROB-AEROB

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 04 Agustus 2020

Penulis

(TRISCA DEFFY)

ABSTRAK

BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN LARUTAN *EFFECTIVE MICROOGANISM-4* (EM4) SECARA ANAEROB-AEROB

Industri tahu merupakan salah satu industri yang banyak dijumpai di indonesia. Industri tahu menghasilkan limbah cair dan padat. Akibat dari pembuangan limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu tanpa pengolahan terlebih dahulu mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan perairan, maka perlu adanya alternatif pengolahan dengan menggunakan bioremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan larutan EM4 untuk menurunkan kadar pencemar pada limbah cair tahu. Penelitian ini menggunakan prinsip reaktor secara anaerob-aerob dengan mencampurkan tahu dan larutan EM4 ke dalam reaktor. Variasi perlakuan pada penelitian ini menggunakan larutan EM4 dengan konsentrasi 1/20, EM4 dengan konsentrasi 1/10 dan lama waktu. Parameter yang diukur yaitu BOD, COD, TSS, dan TDS dengan waktu selama 8 hari. Hasil penelitian menunjukkan pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan larutan EM4 dan lama waktu mampu menurunkan nilai BOD sebesar 48,98% pada konsentrasi 1/10, pada konsentrasi 1/20 sebesar 37,33%-37,34%, COD sebesar 61,83%-62,10% pada konsentrasi 1/10 dan pada konsentrasi 1/20 sebesar 30,39%-34,98%, TSS sebesar 41,17%-43,59% pada konsentrasi 1/10 dan pada konsentrasi 1/20 sebesar 1,02%-5,10%, TDS sebesar 12%-14,75% sedangkan konsentrasi 1/20 sebesar 34,47%-43,15%.

Kata Kunci: Limbah Cair Tahu, EM4, Sistem Anaerob-Aerob

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

BIOREMEDIATION OF WASTE WATER OF TOFU INDUSTRY USING EFFECTIVE MICROORGANISM-4 (EM4) WITH ANAEROB-AEROB SYSTEM

Tofu industry is one of the industries in Indonesia. The tofu industry generates solid and liquid waste. As a result of disposal of liquid waste without reducing process may lead to aquatic environmental contamination, and hence there is a need for an alternative processing using bio-remediation. The purpose of this research is to determine the potential of EM4 solution for pollutant reducing in tofu liquid waste. This research utilizes the principle of anaerobic-aerob reactor by mixing of tofu liquid waste and EM4 solution. The treatment variations in this research are EM4 solution with a concentration of 1/20, EM4 with a concentration of 1/10 and detention time. The measured parameters are BOD, COD, TSS, and TDS with the research duration of 8 days. The result showed that EM4 solution and detention time of 8 day is able to reduce BOD value by 48,98% at a concentration of 1/10, while at 1/20 concentration of 37,33%-37,34%, reduce COD value 61,83%-62,10% at concentration 1/10 and at concentration 1/20 of 30,39%-34,98%, reduce TSS value of 41,17%-43,59% at the concentration of 1/10 and at the concentration of 1/20 at 1.02%-5,10%, reduce TDS of 12%-14,75% while concentrations of 1/20 were 34,47%-43,15%.

Keywords: Tofu Liquid Waste, EM4, Anaerob-Aerob system

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

PERNYATAN KEASLIAN ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING iii
LEMBR PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI v
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK viii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Ruang Lingkup 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Industri Tahu 4
2.2 Karakteristik Limbah Cair 4
2.3 Limbah Cair Tahu 6
2.3.1. Limbah Cair Tahu 7
2.3.2.Dampak Pembuangan Limbah Cair Tahu 8
2.4 Baku Mutu Limbah Cair Tahu 8
2.5 Bioremediasi 10
2.5.1 Jenis-jenis Bioremediasi 11
2.5.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Bioremediasi 13
2.5.3 Kelebihan dan Kelemahan Proses Boremediasi 13
2.6 *Seeding* dan Aklimatisasi 14
2.6.1 Seeding 14
2.6.2 Aklimatisasi 14
2.7 Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) 15
2.7.1 Sifat-sifat *Effective Microorganism-4 (EM4)* 16
2.7.2 Fungsi Mikroorganisme di Dalam Larutan EM4 16
2.8 Penelitian-penelitian Terdahulu 17
BAB III METODE PENELITIAN 21
3.1 Lokasi Penelitian 21
3.2 Waktu Penelitian 21
3.3 Variabel Penelitian 21
3.4 Alur Penelitian 21
3.5 Metode Penelitian 23

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5.1 Tahap Persiapan 23
3.5.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian 23
3.5.3 Analisis Data dan Pembahasan 28
3.5.4 Kesimpulan dan Saran 29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1 Tahap Aklimatisasi 30
4.2 Hasil Penelitian 33
4.3 Kemampuan Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) Terhadap Penurunan Zat Pencemar 41
4.3.1 Uji Removal BOD 41
4.3.2 Uji Removel COD 45
4.3.3 Uji Removel TSS (*Total Suspended Solid*) 47
4.3.4 Uji Removel TDS (*Total Disolved Solid*) 50
4.4 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) Terhadap Penyisihan Zat Pencemar 53
4.4.1 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap Penyisihan BOD 53
4.4.2 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap Penyisihan COD 55
4.4.3 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap Penyisihan TSS 56
4.4.4 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap Penyisihan TDS 58
4.5 Analisa Perbedaan kemampuan variasi Konsentrasi Larutan Effective Microorganism-4 (EM4) Dalam Menurunkan Zat Pencemar 60
BAB V PENUTUP 62
5.1 Kesimpulan 62
5.2 Saran 62
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teknik Bioremediasi dengan *Landfarming* 12
Gambar 3.1 Alur Penelitian 22
Gambar 3.2 Skema Reaktor Anaerob-Aerob 25
Gambar 3.3 Reaktor Anaerob-Aerob..... 27
Gambar 4.1 Limbah Cair Tahu 33
Gambar 4.2 Grafik Kemampuan Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Mengurangi Kadar BOD 42
Gambar 4.3 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Mengurangi Kadar BOD 43
Gambar 4.4 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Mengurangi Kadar COD 45
Gambar 4.5 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Mengurangi Kadar COD 46
Gambar 4.6 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Mengurangi Kadar TSS..... 48
Gambar 4.7 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Mengurangi Kadar TSS..... 49
Gambar 4.8 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Mengurangi Kadar TDS 51
Gambar 4.9 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Mengurangi Kadar TDS 52
Gambar 4.10 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Penyisihan BOD..... 53
Gambar 4.11 Grafik EfisiensiLarutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Penyisihan BOD..... 54
Gambar 4.12 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Penyisihan COD..... 55
Gambar 4.13 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Penyisihan COD..... 55
Gambar 4.14 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Penyisihan TSS 57
Gambar 4.15 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Penyisihan TSS 57
Gambar 4.16 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Penyisihan TDS 59
Gambar 4.17 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Penyisihan TDS 59

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Bagi Kegiatan Industri Lain 10
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu 17
Tabel 3.1 Skema Perlakuan Sampel 24
Tabel 4.1 Kondisi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) Pada Saat Proses Aklimatisasi 30
Tabel 4.2 Kondisi Perubahan Fisik Limbah Cair Tahu Selama Perlakun 34
Tabel 4.3 Hasil Uji Laboratorium Parameter BOD 42
Tabel 4.4 Hasil Uji Laboratorium Parameter COD 45
Tabel 4.5 Hasil Uji Laboratorium Parameter TSS 48
Tabel 4.6 Hasil Uji Laboratorium Parameter TDS 51
Tabel 4.7 Hasil Uji Statisik Reapeated Measures 61

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tahu saat ini sangat berkembang dengan pesat di Indonesia. Industri tahu mempunyai dampak negatif dan positif bagi lingkungan. Dampak positif dari industri tahu yaitu dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap sumber pangan sedangkan untuk dampak negatifnya yaitu berupa limbah buangan seperti limbah padat atau ampas tahu dan limbah cair yang menimbulkan pencemaran ataupun kerusakan lingkungan. limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu yaitu berupa cairan kental terpisah dari gumpalan tahu (Muhajir, 2013).

Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu mengandung bahan-bahan yang dapat mencemari lingkungan perairan apabila langsung dibuang ke drainase ataupun ke badan air tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu dikarenakan limbah cair tahu yang dihasilkan memiliki kadar BOD, COD, TDS dan TSS yang sangat tinggi (Makiyah, 2013). Kadar BOD pada limbah cair tahu yaitu sebesar 3026 mg/l, kadar COD 4962 mg/l, dan TSS 1070 mg/l (Pamungkas, 2017), kadar TDS 3070 mg/l (Nurmay, 2014) pada air limbah tahu sekitar.Maka, jika dibandingkan dengan PERGUB JATIM No. 72 Tahun dikatakan tidak memenuhi baku mutu dikarenakan untuk baku mutu BOD adalah sebesar 150 mg/l, COD sebesar 300 mg/l, TSS sebesar 200 mg/l, dan TDS sebesar 2000 mg/l.

Adapun ayat yang telah dijelaskan dalam Al Qur’an tentang kerusakan lingkungan akibat pencemaran oleh limbah yaitu dalam surah Ar – Rum ayat 41, sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangn manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka kembali (ke jalan yang benar).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ayat tersebut menjelaskan bahwa seruhan Allah SWT kepada manusia agar melestarikan alam dan lingkungan supaya tidak tercemar atau merusak lingkungan. penegasan Allah SWT bahwa berbagai kerusakan yang terjadi di darat maupun di laut karena ulah manusia itu sendiri, oleh karena itu hendaklah kita sebagai manusia menghentikan atau kembali ke jalan yang benar yaitu dengan mengantikannya dengan perbuatan yang baik. Adapun upaya yang dapat dilakukan agar lingkungan tidak tercemar oleh limbah tahu, Salah satu penanganan untuk limbah cair tahu agar tidak mencemari lingkungan perairan yaitu dengan menggunakan teknologi yang ramah lingkungan dengan menggunakan bioremediasi. Bioremediasi berasal dari istilah bio atau organisme hidup dan remediasi atau menyehatkan kembali, sehingga bioremediasi dapat diartikan sebagai suatu cara untuk penyehatan kembali lingkungan yang sudah rusak atau tercemar dengan menggunakan organisme (Lumbanraja, 2014).

Penelitian ini menggunakan larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) untuk meremediasi kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tahu. Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dapat digunakan karena pada penelitian terdahulu larutan EM4 dapat menurunkan BOD sebesar 97%, COD sebesar 96%, dan TSS sebesar 1546 mg/l (Ulum, Mumu, & Kancitra, 2013).

Penelitian ini dimaksudkan untuk meneliti mengenai alternatif pengolahan limbah cair tahu dengan proses teknologi yang ramah lingkungan menggunakan bioremediasi yang menggunakan larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) untuk meremediasi limbah cair tahu dengan sistem anaerob-aerob.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan penurunan kadar BOD, COD, TSS, dan TDS dengan variasi konsentrasi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dan lama waktu?
2. Berapakah efisiensi penurunan kadar BOD, COD, TSS, dan TDS setelah proses bioremediasi dengan variasi konsentrasi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dan lama waktu ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar BOD, COD, TSS dan TDS dengan variasi konsentrasi larutam *Effective Microorganism-4* (EM4) dan lama waktu.
2. Mengetahui efisiensi penurunan kadar BOD, COD, TSS, dan TDS dengan perlakuan variasi konsentrasi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dan lama waktu.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini menganalisa pegaruh lama waktu terhadap penurunan kadar BOD, COD, TSS, dan TDS.
2. Proses bioremediasi menggunakan sistem anaerob-aerob.
3. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran parameter yaitu BOD, COD, TSS, dan TDS.
4. Reaktor yang digunakan sebanyak 6 buah
5. Pengambilan data yang dilakukan yaitu dengan perbandingan lama waktu antara hari ke- 0, 4, 6, 8.
6. Penelitian ini dilakukan selama 8 hari dan penelitian ini bersifat eksperimental.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Tahu

Industri adalah kegiatan perekonomian masyarakat yang mengolah barang mentah menjadi bahan bahan baku, barang setengah jadi, maupun barang jadi atau barang yang lebih keuntungannya. Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi berkembangnya suatu industri yaitu seperti tenaga kerja, modal, bahan mentah atau bahan baku, transportasi, sumber energi atau bahan bakar, tenaga kerja dan pemasaran (Godam, 2006).

Industri tahu merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah organik. Limbah yang dihasilkan dari industri tahu ini berupa limbah padat, dan limbah cair. Limbah padat yang dihasilkan dari industri tahu tidak menimbulkan masalah lingkungan karena dapat di manfaatkan untuk pakan ternak, bahan pembuat tepung kedelai, bahan pengembang roti (Komala R. , 2015).

Industri tahu adalah industri kecil menengah yang memproduksi tahu dengan metode tradisional yang banyak tersebar di kota-kota besar maupun kecil. Tahu merupakan makanan yang sangat digemari oleh banyak orang akibatnya banyak industri tahu, maka limbah yang dihasilkan dari industri tahu dari proses pengolahannya dapat menyebabkan dampak yang negatif terhadap lingkungan (Andra, 2014).

2.2 Karakteristik Limbah Cair

Limbah cair bisa dikatakan sebagai bahan pencemar yang bentuknya adalah cair. Air limbah merupakan air yang membawa sampah yang berasal dari rumah tinggal, industri yang berupa campuran air dan padatan terlarut maupun tersuspensi dan dapat juga merupakan air buangan hasil proses yang dibuang ke lingkungan, berdasarkan sifatnya limbah dapat dikategorikan sebagai limbah padat, cair, dan gas (Vindiarti, 2015) .

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Karakteristik limbah cair baik domestik maupun non domestik mempunyai karakteristik yang sesuai dengan sumbernya. Karakteristik untuk limbah cair bisa digolongkan pada karakteristik fisik, kimia, maupun biologi sebagai berikut:

A. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik air limbah yang harus dipahami antara lain total solid, bau, temperatur, densitas, warna, dan konduktivitas.

1. Total Solid

   Total solid merupakan padatan yang terdiri dari bahan padat organik maupun anorganik yang dapat larut, mengendap ataupun tersuspensi.

2. Bau

   Bau yang terkandung dalam air limbah disebabkan karena udara yang dihasilkan dalam proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah .

3. Temperatur

   Temperatur dapat mempengaruhi konsentrasi oksigen yang terlarut di dalam air. Air yang baik mempunyai temperatur normal yaitu sebesar 8°C dari suhu kamar yaitu 27° C. Semakin tinggi temperatur maka kandungan oksigen yang berada pada air akan berkurang atau sebaliknya.

4. *Density*

   Density adalah perbandingan antara massa dengan volume yang dinyatakan sebagai slug /ft^3 (kg/m^3).

5. Warna

   Air yang bersih pada dasarnya tidak berwarna, namun seiring dengan berjalannya waktu dan meningkatnya kondisi aerob maka warna limbah berubah dari abu-abu menjadi kehitaman dan berbau.

6. Kekeruhan

   Kekeruhan dapat disebabkan oleh zat padat tersuspensi baik yang bersifat organik maupun anorganik yang mengapung dan terurai di dalam air.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

B. Karakteristik Kimia

Pada air limbah ada tiga karakteristik kimia yang dapat diidentifikasi yaitu bahan organik, anorganik, dan gas (Eddy, 2008).

1. Bahan Organik

   Pada air limbah bahan organik bersumber dari hewan, tumbuhan, dan aktivitas manusia. Bahan organik itu sendiri terdiri dari C, H, O ,N yang menjadi karakteristik kimia adalah protein, karbohidrat, lemak, dan minyak, surfaktan, pestisida dan fenol, dimana sumbernya adalah limbah domestik, industri, komersil.

2. Bahan Anorganik

   Jumlah bahan anorganik sangat meningkat yang dipengaruhi oleh asal air limbah. Pada umumnya berupa senyawa-senyawa yang mengandung logam berat seperti Fe, Cu, Pb, dan Mn dan juga senyawa-senyawa belerang.

3. Gas

   Gas yang umumnya ditemukan dalam limbah cair yang tidak diolah adalah Nitrogen (N_2), oksigen (O_2), metana (CH_4), hidrogen sulfida (H_2S), amoniak (NH_3), dan karbondioksida.

C. Karakteristik Biologi

Pada air limbah, karakteristik biologi menjadi dasar untuk mengontrol timbulnya penyakit yang dikarenakan organisme pathogen. Karakteristik biologi ini seperti bakteri dan mikroorganisme lainnya yang terdapat dalam dekomposisi dan stabilisasi senyawa organik (Eddy, 2008).

2.3 Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pencetakan tahu. Beberapa industri tahu sebagian kecil dari limbah cair dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan penggumpal. Limbah cair tahu mengandung bahan organik seperti protein dan asam amino dalam bentuk padatan tersuspensi maupun terlarut. Senyawa organik yang terdapat di limbah cair tahu mengandung BOD, COD, dan TSS yang tinggi. Limbah ini langsung dibuang ke badan air tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu sehingga dapat mencemari lingkungan (Said, 2002).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Limbah cair tahu adalah bahan organik yang mudah untuk diurai olehmikroorganisme sehingga dapat menimbulkan bau yang sangat tidak sedap karena proses pembusukan oleh bakteri. Limbah cair tahu memiliki kandungan BOD (*Biologycal Oxgen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), fosfor dan pH yang bersifat asam. Limbah cair tahu yang dibuang langsung ke perairan akan mengalami dampak buruk terhadap perairan karena dapat merubah pH air dan mengganggu kehidupan organisme air. Sebelum limbah cair tahu dibuang ke perairan setidaknya harus melalui tahap pengolahan terlebih dahulu supaya tidak mencemari perairan (Adack, 2013).

Sifat-sifat limbah cair tahu dari pengolahan yaitu imbah cair tahu mengandung zat organik terlarut yang membusuk jika dibiarkan maka akan tergenang hingga beberapa hari di tempat terbuka, suhu air tahu rata-rata sekitar 40-60°C, suhu ini termasuk tinggi jika dibandingkan dengan suhu rata-rata air lingkungan. pembuangan limbah cair tahu jika tanpa proses pengolahan akan membahayakan kelestarian lingkungan hidup. Air limbah tahu sifatnya asam hal ini terjadi dikarenakan proses penggumpalan sari kedelai membutuhkan bahan yang bersifat asam (Zulfa, 2019).

2.3.1. Karakteristik Limbah Cair Tahu

Karakteristik limbah cair tahu ada dua yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik pada limbah cair tahu yaitu meliputi padatan total, suhu, warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik, dan gas. Bahan organik yang terkandung di dalam limbah cair tahu sangat tinggi. Senyawa organik yang berada di dalam air buangan dapat berupa protein, lemak, minyak, dan karbohidrat dengan jumlah yang sangat besar mencapai 40% hingga 60% (Nurhasmawaty, 2008).

Pada limbah cair tahu juga dapat ditemukan gas-gas seperti oksigen O_2, Hidrogen, (H_2S), Amonia (NH_3), Karbondioksida (CO_2), dan Metana (CH_4). Gas yang berada pada limbah cair tahu ini berasal dari dekomposisi bahan organik yang terdapat di dalam air buangan. Air limbah pada industri tahu sifatnya asam dengan pH sekitar 4-5 (Nurhasmawaty, 2008).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Limbah cair tahu mengeluarkan bau yang sangat busuk disebabkan karena air limbah pada industri tahu sifatnya asam dan pada keadaan asam ini akan terlepas zat-zat yang mudah menguap (Nurhasmawaty, 2008).

2.3.2. Dampak Pembuangan Limbah Cair Tahu

Limbah tahu membawa dampak yang bebahaya terhadap lingkungan, karena mempunyai bahan-bahan yang berbahaya dan beracun yang dibuang ke perairan. Limbah cair tahu apabila dibiarkan terus menerus makan kehidupan ekosistem di perairan akan terancam dan mengganggu kehidupan organisme air karena berkurangnya kadar oksigen (Suci Prihaningtyas, 2019).

Beberapa dampak yang dapat ditimbulkan oleh limbah cair tahu tanpa pengolahan terlebih dahulu yaitu sebagai berikut (Said, 2002):

a. Gangguan terhadap kehidupan biotik
b. Turunnya kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan organik
c. Aktivitas organisme dapat memecah molekul yang komplek menjadi sederhana
d. Bahan organik seperti fosfat dan nitrat dapat dimakan oleh tumbuhan selama melakukan proses fotosintesis.

2.4 Baku Mutu Limbah Cair Tahu

Untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan yang disebabkan oleh berbagai aktivitas industri dan aktivitas manusia, maka diperlukan pengendalian terhadap pencemaran lingkungan dengan menetapkan baku mutu lingkungan.

Baku mutu lingkungan adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar di lingkungan dengan tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuhan atau benda lainnya. Secara objektif baku mutu merupakan sasaran ke arah suatu pengelolaan lingkungan. Ada dua macam standar baku mutu, yaitu *Stream Standard* dan *Effluent Standard* (Faradilla, 2008) penjelasan untuk dua macam standar baku mutu akan dijelaskan dibawah ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. *Stream Standard*

   Standar kualitas yang diberlakukan sebagai syarat kualitas akhir dari badan air penerima. Pada standar ini, apapun jenis air buangan yang masuk dan bagaimanapun kualitasnya, yang menjadi ukuran adalah kualitas akhir badan air penerima setelah tercampur air buangan. Faktor yang terlibat antara lain.

   a. Air buangan yang masuk ke badan air penerima.
   b. Sungai, badan air penerima.

   Keuntungan dan kelemahan:

   a. Mempertimbangkan kemampuan alam, dalam badan air penerima untuk melakukan *self purification.*
   b. Perlu penelitian terlebih dahulu mengenai besarnya debit dan konsentrasi pencemar dalam badan air penerima.

2. *Effluent Standard*

   Standar kualitas ambang batas yang diberlakukan terhadap air buangan yang bagaimana kualitasnya, sebelum dibuang air buangan harus memenuhi syarat yang ditetapkan, tanpa memperhatikan keadaan badan air penerimanya.

   Keuntungan dan kelemahannya antara lain:

   a. Sangat aman namun juga sangat membebani masyarakat untuk biaya pengolahan, karena tidak memperhatikan kemampuan untuk mengolah sendiri.
   b. Apabila kualitas badan air penerima buruk, maka akan terjadi akumulasi pencemaran di badan air penerima.
   c. Agar pengolahan yang dilakukan menjadi optimal penerapan yang tepat adalah:
      - Ada pengolahan air buangan secara komunal yang dapat melayani permukiman atau dosmetik dan komersial juga industri tertentu.
      - Tingkat pengolahan harus memperhitungkan self purification.
      - Bagi industri yang mengeluarkan limbah spesifik wajib melakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum memasuki pengolahan komunal diatas.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan baku mutu Air Limbah maka perlu berpedoman pada Peraturan Gubernur Jawa Timur N0. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Limbah Industri Pengolahan Kedelai yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dibawah ini:

Tabel 2.1 Baku Mutu Industri Pengolahan Kedelai

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI KECAP, TAHU, DAN TEMPE			
	Kecap	Tahu	Tempe
Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)	Kadar Maksimum (mg/l)	Kadar Maksimum (mg/l)
BOD_5	150	150	150
COD	300	300	300
TSS	100	100	100
PH	6,0 – 9,0		
Volume Air Limbah Maksimum (M^3 / ton kedelai)	10	20	10

Sumber : PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013

2.5 Bioremediasi

Bioremediasi berasal dari dua kata yaitu bio dan remediasi sehingga secara bersaam apabila diartikan maka bioremediasi adalah upaya penyehatan kembali lingkungan yang sudah rusak maupun tercemar dengan menggunakan organisme (Lumbanraja, 2014).

Tujuan adanya bioremediasi adalah untuk menggradasi zat pencemar menjadi bahan yang tidak bercaun atau bisa juga disebut dengan mengontrol bahan pencemar dari lingkungan. Bioremediasi manfaatnya sangat luar biasa untuk menangani berbagai masalah di lingkungan (Lumbanraja, 2014).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.5.1 Jenis-jenis Bioremediasi

Adapun tiga cara teknologi yang dapat digunakan dalam bioremediasi yang memanfaatkan mikroorganisme dalam menstimulasi pertumbuhan mikroba yaitu: (Lumbanraja, 2014).

a. Biostimulasi

   Biostimulasi ini merupakan proses yang dilakukan dengan penambahan zat gizi tertentu seperti nutrien dan oksigen untuk mikroorganisme atau bisa juga dengan menstimulasi kondisi lingkungan seperti pemberian aerasi agar mikroorganisme dapat tumbuh dan beraktivitas dengan baik.

b. Bioaugmentasi

   Bioaugmentasi merupakan proses penambahan satu jenis maupun lebih mikroorganisme baik yang alami maupun yang sudah mengalami perbaikan sifat. Mikroorganisme yang bisa membantu untuk menyingkirkan kontaminan tertentu kemudian bisa ditambahkan ke dalam air atau tanah yang tercemar. Proses ini memiliki kendala yaitu sulitnya untuk mengontrol kondisi suatu lingkungan yang tercemar agar mikroorganisme bisa berkembang optimal.

c. Bioremediasi Intrinsik

   Bioremediasi intrinsik ini terjadi secara alami tanpa campur tangan oleh manusia dalam air maupun tanah yang sedang tercemar.

Proses bioremediasi untuk memulihkan lingkungan dapat dilakukan dengan beberapa teknik bioremediasi yaitu:

a. Bioremediasi In-situ

   Bioremediasi In-situ ini terdiri dari penambahan dan tanpa penambahan perlakuan. Proses bioremediasi In-situ ini mengandalkan proses penguraian kontaminan secara alamiah tanpa adanya penambahan stimulant (biostimulasi). Lamanya waktu proses penguraian sangat ditentukan oleh jenis, konsentrasi kontaminan, dan karakteristik lingkungan.

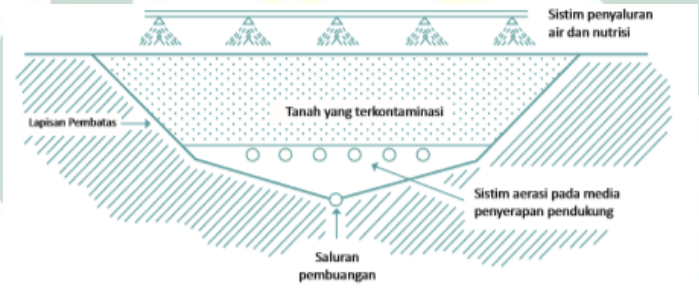
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Bioremediasi Ex-situ

Proses bioremediasi Ex-situ ini untuk memisahkan matriks yang telah terkontaminasi kemudian diangkut ketempat lainnya. Proses bioremediasi Ex-situ yang dilakukan sangat tergantung dari matriks yang terkontaminasi apakah berupa tanah, ataupun air. Proses bioremediasi Ex-situ yang umum digunakan untuk lingkungan yang terkontaminasi yaitu dengan *landfarming*, *composting*, dan *biopiles*.

1. *Landfarming*

   Landfarming ini adalah proses pengolahan tanah dengan mengandalkan mikroba aerobik sebagai gen pengurai. Proses ini sangat cocok untuk penguraian jenis senyawa kontaminan yang memiliki sifat fisik tidak mudah menguap.



Gambar 2.1 Teknik Bioremediasi dengan *Landfarming*

Sumber: Hidayat, 2017

2. *Composting*

   Composting ini merupakan proses bioremediasi dengan mengkombinasikan tanah tercemar dengan limbah organik yang tidak berbahaya, meliputi: limbah pertanian, serasah, jerami, kayu. dan lain-lain.

3. *Biopiles*

   Biopiles merupakan proses bioremediasi yang merupakan perbaikan dari proses *landfarming* dan *composting*. Proses ini cocok dilakukan dimana kontaminasi berada pada lapisan atas.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.5.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Bioremediasi

Keberhasilan proses bioremediasi dapat dilihat dari beberapa faktor lingkungan yang memperngaruhi saat proses bioremediasi, yang meliputi kondisi tanah, oksigen, temperatur, dan nutrient berikut penjelasannya:

a. Tanah

Biodegradasi sangat membutuhkan tanah yang bisa mendukung untuk kelancaran aliran nutrient maupun enzim-enzim mikroba dan air. Tanah yang cocok untuk proses bioremediasi in situ yaitu tanah yang mengandung butiran pasir atau kerikil kasar. Kelembaban tanah juga sangat penting untuk proses bioremediasi. Air tanah yang optimal untuk proses bioremediasi yaitu sekitar 50-60%.

b. Oksigen

Oksigen juga sangat penting dalam proses bioremediasi karena apabila terbatasnya oksigen dapat menjadi salah satu faktor pembatas antara biodegradasi hidrokarbon minyak.

c. Temperatur

Temperatur yang optimal untu proses degradasi yaitu sekitar 30-40° C. Suhu sangat berpengaruh terhadap lokasi tempat yang akan dilakukan proses bioremediasi.

d. Nutrisi

Nutrisi sangat penting untuk proses bioremediasi karena mikroorganisme dalam proses bioremediasi memerlukan nutrisi yang digunakan sebagai sumber karbon, energi, dan keseimbangan metabolisme sel.

2.5.3 Kelebihan dan Kelemahan Proses Boremediasi

a. Kelebihan

- Bioremediasi sangat aman untuk digunakan karena prosesnya menggunakan mikroba
- Tidak menggunakan ataupun menambahkan bahan kimia berbahaya
- Tidak melakukan proses pengangkatan polutan
- Prosesnya sangat mudah untuk diterapkan dan biayanya murah
- Dapat dilakukan di lokasi maupun di luar lokasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Kelemahan

- Tidak semua bahan kimia dapat diolah secara bioremediasi
- Membutuhkan pemantauan yang intensif
- Membutuhkan lokasi tertentu

2.6 *Seeding* dan Aklimatisasi

Tahapan seeding dan aklimatisasi merupakan tahap awal dari proses pengolahan secara biologi. Pengolahan limbah organik sangat bergantung oleh seeding dan aklimatisasi. tujuan dari seeding dan aklimatisasi ini yaitu agar mikroorganisme yang akan digunakan dalam proses degradasi beradaptasi terlebih dahulu dengan bahan baku yang akan diolah, seihingga mikroorganisme dapat bekerja secara maksimal (Rahayu, 2011).

2.6.1 Seeding

Proses seeding adalah tahapan awal sebelum penelitian yang bertujuan untuk mengaktifkan mikroorganisme yang terdapat dalam *Effective Microorganism-4* (EM4). Proses pengaktifan mikroorganisme yaitu dilakukan selama 2-4 hari hingga mencapai pH >4, berbau glukosa, dan berbentuk lapisan putih/lendir. Meningkatnya pH pada tahap seeding terjadi dikarenakan terjadi proses fermentasi. Proses fermentasi yang terjadi yaitu pengaktifan bakteri asam laktat (Lactobacillus sp) yang di dalamnya terjadi proses glikolisis (Ulum, Mumu, & Kancitra, 2013).

2.6.2 Aklimatisasi

Proses aklimatisasi digunakan dengan tujuan untuk mengkondisikan mikroorganisme agar mikroorganisme dapat beradaptasi dengan air buangan pada industri. Selama proses aklimatisasi kondisi di dalam reaktor dibuat tetap aerob dengan menjaga konsentrasi, temperatur, dan pH. Proses ini dilakukan di dalam sistem batch maupun kontinyu (Andary, 2010)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.7 Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4)

Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) pertama kali ditemukan oleh prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Rykyus Jepang dengan kandungan mikroorganisme fermentasi sekitar 80 genus (Firmaniar, 2017). Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) adalah campuran dari mikroorganisme yang sangat menguntungkan. Mikroorganisme fermentasi yang ada di dalam EM4 jumlahnya sangat banyak sekitar 80 jenis. Dari banyaknya mikroorganisme hanya ada lima golongan yang pokok yaitu seperti bakteri *fotosintetik, lactobacillus sp, streptomices sp,* ragi *(yeast),* dan *actinomictes* (meriatna, 2018).

Larutan Effective Microorganism-4 (EM4) adalah cairan yang berwarna coklat kekuningan, memiliki bau yang asam dengan pH sekitar 3,5 apabilla tingkat keasaaman melebihi 4,0 maka cairan ini tidak bisa digunakan lagi. *Effective Microorganism-4* (EM4) mempunyai sifat dimana larutan ini dapat menetralkan bahan organik atau tanah yang bersifat asam ataupun basa (Nana Dyah Siswati, 2009).

Proses penguraian *Effective Microorganism-4* (EM4) adalah kemampuan bakteri yang terkandung di serbuk itu memisahkan komponen karbon (C), hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), dan Sulfur (S) yang ada di dalam komponen limbah tersebut yang menimbulkan bau. Senyawa yang ada di dalam limbah tersebut merupakan satuan komponen kimiawi yang menimbulkan racun dan bau tidak sedap. *Effective Microorganism-4* (EM4) merupakan bakteri yang mempunyai kekuatan untuk dapat menguraikan senyawa yang terdapat pada limbah tersebut (Nana Dyah Siswati, 2009).

Cara kerja *Effective Microorganism-4* (EM4) telah dibuktikan secara ilmiah dan EM4 dapat berperan sebagai (Nana Dyah Siswati, 2009):

1. Mempercepat fermentasi limbah dan sampah organik.
2. Meningkatkan aktivitas mikroorganisme indogenus yang menguntungkan seperti *Mycorrhiza sp, Rhizobium sp,* dan bakteri pelarut fosfat.
3. Meningkatkan nitrogen.
4. Mengurangi keutuhan pupuk dan pestisida kimia.
5. Pengurai lignin dan selulosa.
6. Membuka fotosintesa.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.7.1 Sifat-sifat *Effective Microorganism-4 (EM4)*

Adapun beberapa sifat-sifat dari *Effective Microorganism-4* (EM4) adalah sebagai berikut (Tri R. A., 2013):

a. *Effective Microorganism-4* (EM4) merupakan cairan berwarna coklat dan memiliki bau yang enak. Apabila di dalam larutan ini baunya tidak enak maka mikroorganisme di dalam larutan ini telah mati.
b. *Effective Microorganism-4* (EM4) dianjurkan disimpan pada tempat teduh dalam wadah yang ditutup rapat.
c. *Effective Microorganism-4* (EM4) dapat memfermentasikan Bahan organik dengan waktu yang singkat.
d. *Effective Microorganism-4* (EM4) dapat bekerja secara maksimal tanpa bantuan bahan kimia.

2.7.2 Fungsi Mikroorganisme di Dalam Larutan EM4

Adapun beberapa fungsi mikroorgisme yang ada di dalam larutan *Effective Microorganism-4* (EM4)yaitu sebagai berikut (Yuwono, 2005):

a. Bakteri Fotosintesis
   - Membentuk zat-zat yang dapat bermanfaat dari sekresi akar, tumbuhan, bahan organik, dan gas-gas berbahaya seperti hidrogen dan sulfida dengan menggunakan bantuan sinar matahari dan panas bumi sebagai sumber energinya. Zat yang bermanfaat itu seperti asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif, dan gula. Semua dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
   - Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme yang lainnya
b. Bakteri Asam Laktat
   - Menghasilkan aasam laktat dari gula.
   - Menekan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merugikan contohnya seperti Fusarium.
   - Mempercepat perombakan bahan-bahan organik.
   - Mampu menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin dan selulosa serta memfermentasikan tanpa menimbulkan pengaruh merugikan yang diakibatkan oleh bahan-bahan organik yang terurai.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Ragi

- Menghasilkan zat antibakteri dan dapat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis.
- Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar.

d. Jamur Fermentasi

- Menghasilkan zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan dari bakteri fotosintesis dan bahan organik.
- Menekan pertumbuhan jamur dn bakteri.

e. Actinomycetes

- Menguraikan bahan organik secara tepat untuk dapat menghasilkan alkohol, ester, dan zat antimikroba.
- Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat yang merugikan.

2.8 Penelitian-penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang akan digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada **Tabel 2.2** dibawah ini:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
1.	Ulum Munawaroh, Mumu Sutisna, Kancitra Pharmawati, 2013. Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan *Efektif Mikroorganisme-4* (EM4) serta Pemanfaatannya	Mengetahui penurunan yang optimum dari parameter pencemar lingkungan, dan peningkatan yang optimum pada pH, Nitorgen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Selain itu juga untuk mengetahui penggunaan hasil degradasi limbah cair tahu	Pengoalahan limbah cair tahu dengan menggunakan EM4 pada perlakuan P_2 mampu menurunkan nilai BOD5 sebesar 97%, COD sebesar 96% di hari ke-5, nilai p 0,001231% di hari ke- 20, serta meningkatnya pH menjadi 7,26 di hari ke-15, TSS sebesar 1546 mg//l di hari ke-20, nilai N 1,12% di hari ke-20 dan nilai K_2O 0,2% di hari ke-20.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
		dengan menggunakan EM4.	
2.	Kartika Lingga Sari, Zulfikar Ali As, Hardiono, 2017. Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS pada Limbah Cair Tahu menggunakan *Effective Microorganism-4* (EM4) secara Aerob	Mengetahui seberapa efektif EM4 dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tahu.	Hasil yang didapat setelah melalui proses pengolahan dengn menggunakan EM4 maka presentase kadar terbesar untuk parameter BOD yaitu dengan konsentrasi 7% dengan waktu 216 jam mencapai 88,8% untuk penurunan TSS pada konsentrasi 7% dengan waktu tinggal 216 jam mencapai 72,7%, sedangkan untuk COD pada konsentrasi 7% dengan waktu 216 jam mencapai 86.6%.
3.	Jasmiyati, Sofia Anita, Thamrin. 2010. Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme (EM4)	Mengetahui efektifitas mikroorganisme (EM4) dengan harapan hasil yang akan diperoleh akan dapat digunakan untuk industri tahu usaha rumah tangga dan dapat mengolah limbahnya sehingga keberlanjutan usaha tahu ukuran rumah tangga dapat berpartisipasi dalam memelihara lingkungan perairan dimana beroperasi.	Pemberian efektif mikroorganisme (EM4) pada limbah car tahu 1:20, BOD dan COD dapat memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan bagi kegiatan industri golongan II dan limbah tersebut boleh dibuang ke lingkungan.
4.	Sri Anum Sari, Danag Biyatmoko, Ekorini Indrayatie, Rizqi Puteri	Mengetahui efektifitas mikroorganisme (EM4) dalam penguraian sampah	Variasi dosis dan waktu fermentasi EM4 berpengaruh signifikan dalam menurunkan TSS pada limbah cair

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
	Mahyudin. 2018. The Dosage Variant Combinations of EM4 and Fermentation Time Based on Physics and Chemicals Parametersof Tofu's Waswater	organik dalam pembuatan tahu di industri tahu sehubungan dengan pengembangan teknologi pengolahan limbah yaitu terjangkau, cepat, mudah diterapkan, dan produk tidak akan merusak lingkungan	tahu dengan efisiensi penurunan BOD 71,9%, COD 71,8%
5.	M F Natsir, E Ibrahim, Arsunan A.A, A Mallongi, M Selomo. 2019. The Addittion of Effective Microrganism 4 and Charcoal Husk to Biofilter in Domestic Waswater Treatment in Makassar.	Meninjau efektivitas biofilter menggunakan media cup galom dalam pengolahan limbah domestik dengan penambahan EM4 dan sekam padi untuk mengurangi parameter BOD, COD dan Ammonia	Penambahan *effective mikroorganism-4* dan sekam padi setelah dilakukan penanaman biofilm selama 28 hari ternyata terbukti dapat mengurangi parameter BOD, TSS, dan Ammonia.
6.	Kiky Amalia Rizky. 2013. Pengaruh Penambahan EM4 (*Effective Microorganisms-4*) terhadap Penurunan BOD (*Biologycal Oxygen Demand*) Limbah Cair Tahu.	Mengetahui apakah ada pengaruh penurunan kadar BOD pada limbah cair tahu apabila ditambahkan dengan EM4	Ada pengaruh *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam menurunkan kadar BOD. Kadar BOD yang ada di Dukuh Kanoman Desa Gagaksipat Kabupaten Boyolali sebesar 252,98 mg/l sebelum dilakukan perlakuan setelah adanya penambahandosis EM4 1 ml/l, 2 ml/l, 3 ml/l yang mengalami penurunan yakni 1 ml/l kadar BOD rata-rata sebesar 112,75 mg/l, 2 ml/l kadar BOD rata-rata sebesar 98,82 mg/l, dan 3 ml/l kadar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
			BOD rata-rata sebesar 82,44 mg/l dengan keefektivan masing-masing dosis 55,43% untuk dosis 1 ml/l, 60,93% ml/l untuk dosis 2 ml/l dan 67,41% untuk dosis 3 ml/l.
7.	Ridwan Haerun, Anwar Mallongi, Muh. Fajaruddin Natsir. 2018. Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Biofilter Sistem Upflow dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4	Mengetahui efisiensi pengolahan limbah cair industri tahu dengan penambahan EM4 pada biofilter sistem upflow	Penurunan nla BOD yang tertinggi terdapat pada perlakuan VI yaitu 510 mg/l dengan presentase penurunannilai BOD sebesar 62% sedangkan penurunan nilai COD tertinggi pada perlakuan I yaitu 2.799 mg/l dengan presentase penurunan nilai COD sebesar 29%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Perum Jaya Regency Blok F-5, Pepe, Sedati, Sidoarjo. Lokasi untuk pengambilan sampel penelitian berupa limbah cair tahu ada di pabrik tahu Sumber Makmur Jl. Raya Gading Watu, Kebondalem, Boteng, Kec. Menganti, Kabupaten Gresik.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini berjudul bioremediasi limbah cair industri tahu menggunakan larutan *effective microoganism-4* (EM4) secara anaerob-aerob. penelitian dan penulisan penelitian dilakukan selama 4 bulan yaitu pada bulan Februari 2020 hingga bulan Mei 2020.

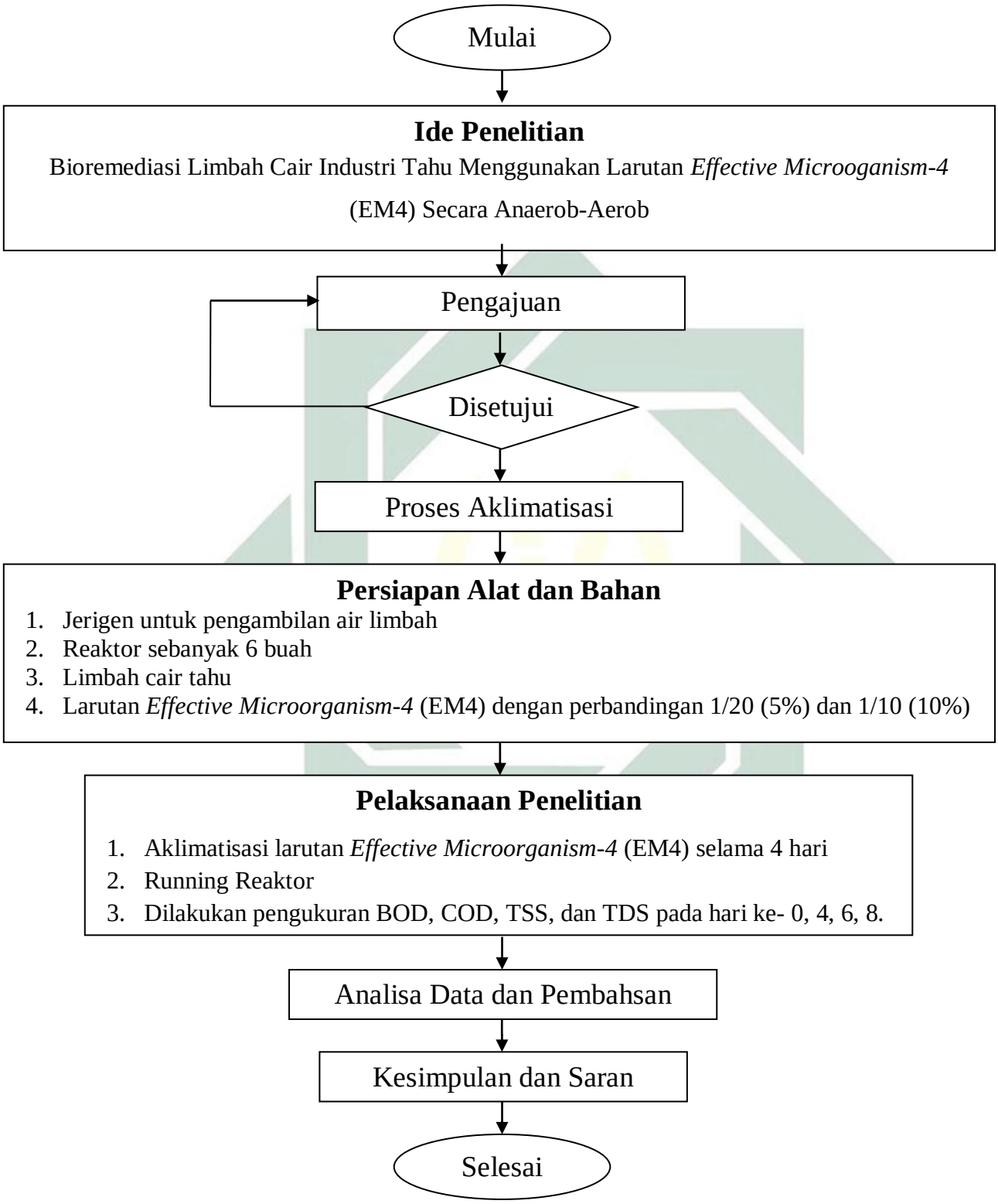
3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut: Variabel bebas yaitu waktu tinggal dan konsentrasi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4). Variabel terikat yaitu BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspanded Solid*) dan TDS (*Total Dissolved Solid*).

3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian ini merupakan skema kerja yang sistematis dalam penelitian, alur penelitian ini dibuat agar hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan pada penelitian. Tahapan untuk alur penelitian terdiri dari persiapan, pelaksanaan, penyusunan laporan penelitian. Alur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1** dibawah ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.1 Alur Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5 Metode Penelitian

Penelitian ini terdapat 3 tahapan yang dilaukan yaitu mulai dari tahap persiapan tahap pelaksanaan dan tahap pengolahan data.

3.5.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini yang akan dilakukan diawali dengan menyiapkan peralatan yang akan digunakan untuk mempermudah pelaksanaan penelitian. Sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan sistem anaerob-aerob.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian yaitu data primer dan sekunder.

A. Data Primer

Dalam penelitian ini data primer yang dibutuhkan yaitu uji kandungan BOD, COD, TSS, dan TDS. Adapun beberapa tahapan untuk pengumpulan data primer yaitu sebagai berikut:

1. Pengambilan limbah cair tahu

   Untuk pengambilan sampel limbah cair tahu cara pelaksanaan yang digunakan yaitu sesuai dengan SNI. 6989.59:2008, yaitu dengan cara atau metode *grab sampling*. Pengambilan sampel limbah cair tahu diambil di lokasi yang telah mengalami pencampuran secara sempurna untuk peralatan yang akan digunakan dalam pengambilan sampel air limbah yaitu sebagai berikut:

   a. Gayung untuk mengambil sampel air limbah cair tahu.
   b. Jerigen plastik untuk tempat sampel air limbah cair tahu.

2. Persiapan alat dan bahan

   Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan yaitu seperti 6 buah reaktor, 3 buah aerator, jerigen plastik untuk pengambilan sampel limbah cair tahu. Alat untuk mengukur pH meter. Bahan yang dibutuhkan yaitu berupa larutan *Effective Microorganism-4* (EM4), limbah cair tahu, gula merah cair, dan aquades.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Proses Aklimatisasi

Proses aklimatisasi dilakukan pada larutan *Effective Microorganism-4* (EM4). Tujuan dari proses aklimatisasi yaitu untuk pengaktifan larutan sebelum dilakukannya penelitian. Proses aklimatisasi adalah sebagai berikut:

a. Menyiapkan Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4)
b. Proses pengaktifan mikroorganisme yaitu pertama melakukan pengenceran EM4 dengan aquades menggunakan perbandingan 1/20 (5%) dan 1/10 (10%)
c. Menambahkan 5 sdm gula merah cair.
d. Proses aklimatisasi dilakukan selama 4 hari dalam suhu ruang.

4. Rancangan Percobaan

skema perlakuan dilakukan dengan memasukkan limbah cair tahu ke dalam reaktor masing-masing sebanyak 3 liter. Kemudian memasukkan larutan150 mluntuk konsentrasi 1/20 dan memasukkan larutan sebanyak 300 ml untuk konsentrasi 1/10 yang sudah melalui proses aklimatisasi ke dalam reaktor. Pada proses bioremediasi ini menggunakan sistem anaerob-aerob skema untuk perlakuan sampel dapat dilihat pada **Tabel 3.1** dibawah ini:

Tabel 3.1 Skema Perlakuan Sampel

Rencana Percobaan				
Konsentrasi Larutan EM4 (X)	Pengambilan Sampel pada hari ke- (Y)			
	0	4	6	8
1/20 (5%)	X_1Y_0	X_1Y_4	X_1Y_6	X_1Y_8
1/10 (10%)	X_2Y_0	X_2Y_4	X_2Y_6	X_2Y_8

Keterangan:

X = Konsentrasi larutan EM4

Y = Jumlah waktu pengambilan sampel

X_1Y_0 = Konsentrasi 5% dengan pengambilan sampel air pada hari ke-0

X_1Y_4 = Konsentrasi 5% dengan pengambilan sampel air pada hari ke-4

X_1Y_6 = Konsentrasi 5% dengan pengambilan sampel air pada hari ke-6

X_1Y_8 = Konsentrasi 5% dengan pengambilan sampel air pada hari ke-8

X_2Y_0 = Konsentrasi 10% dengan pengambilan sampel air pada hari ke-0

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

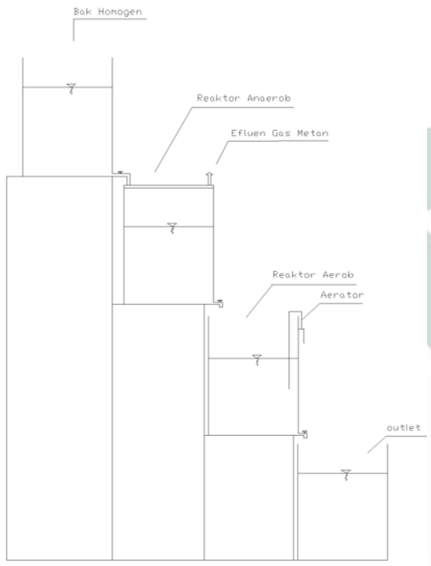
X_2Y_4 = Konsentrasi 10% dengan pengambilan sampel air pada hari ke-4

X_2Y_6 = Konsentrasi 10% dengan pengambilan sampel air pada hari ke-6

X_2Y_8 = Konsentrasi 10% dengan pengambilan sampel air pada hari ke-8

5. Skema Reaktor Percobaan

Pada penelitian ini menggunakan reaktor anaerob-aerob dalam proses bioremediasi. Skema reaktor dapat dilihat pada **Gambar 3.3** dibawah ini:



Gambar 3.2 Skema Reaktor Anaerob-Aerob

Gambar 3.3 Reaktor Anaerob-Aerob

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penelitian ini menggunakan system Anaerob-Aerob secara kontinyu dengan diameter 17,5 cm dan tinggi 19,3 cm. untuk debit yang akan keluar pada setiap menitnya maka dapat dihitung sebagai berikut:

1 hari = 24 jam

1 jam = 60 menit

1 hari = 24 jam x 60 menit= 1440 menit

Karena pengambilan sampel pada hari ke-4, 6, dan 8 maka:

- Pengambilan sampel hari ke-4

  1440 menit x 4 hari = 5.760 menit

  Untuk menentukan debit yang akan keluar maka dapat dicari dengan rumus:

  Debit air yang akan keluar = $\frac{Volume}{Waktu}$

  Debit air yang akan keluar = $\frac{3000\ ml}{5760\ menit}$

  = 0,52 ml/menit

- Pengambilan sampel hari ke- 6

  1440 menit x 6hari = 8.640menit

  Untuk menentukan debit yang akan keluar maka dapat dicari dengan rumus:

  Debit air yang akan keluar = $\frac{Volume}{Waktu}$

  Debit air yang akan keluar = $\frac{3000\ ml}{8640\ menit}$

  = 0,35 ml/menit

- Pengambilan sampel hari ke-8

  1440 menit x 8 hari = 11.520 menit

  Untuk menentukan debit yang akan keluar maka dapat dicari dengan rumus:

  Debit air yang akan keluar = $\frac{Volume}{Waktu}$

  Debit air yang akan keluar = $\frac{3000\ ml}{11.520\ menit}$

  = 0,26 ml/menit

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain menghitung debit yang akan keluar pada setiap menitnya, adapun perhitungan untuk menentukan berapa banyak aquades dan larutan EM4 yang akan dibutuhkan pada tahap aklimatisasi, berikut perhitungannya:

- Sampel yang akan digunakan pada perlakuan yaitu sebanyak 3 liter
- Perhitungan untuk konsentrasi 1/10 (10%)

  3 liter = 3000 ml

  3000 ml x 10% = 300 ml (total larutan yang akan digunakan)

  Aquades = 2700 ml x 10%

  = 270 ml

  Larutan EM4 = 300 ml x 10%

  = 30 ml
- Perhitungan untuk konsentrasi 1/20 (5%)

  3 liter = 3000 ml

  3000 ml x 5% = 150 ml (total larutan yang akan digunakan)

  Aquades = 2850 ml x 5%

  = 142,5 ml

  Larutan EM4 = 150 ml x 5%

  = 7,5 ml

6. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

H0 = Tidak ada perbedaan penurunan kadar COD, BOD, TSS, dan TDS berdasarkan variasi konsentrasi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4)

H1 = Adanya perbedaan penurunan kadar COD, BOD, TSS dan TDS berdasarkan variasi konsentrasi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dan lama waktu.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

7. Pengambilan Data

   Pengambilan data dilakukan pada hari ke-0, 4, 6, dan 8. Pengujian parameter sampel limbah cair tahu dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Surabaya untuk pengukuran parameter BOD, COD, TSS dan TDS. Pada pengukuran BOD dilakukan sesuai dengan SNI. 6989.72:2009, untuk pengukuran COD dilakukan sesuai dengan SNI. 6989.02.2009, untuk TSS pengukurannya sesuai dengan SNI. 6989.3.2004, dan untuk pengukuran TDS sesuai dengan SNI. 06-6989.3-2004.

B. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data yang diperoleh dari jurnal, skripsi, maupun penelitian orang lain.

3.5.3 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan akan dilakukan secara deskriptif serta dibuat dalam bentuk grafik dan tabel yang akan ditampilkan di dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Efektivitas penurunan kadar BOD, COD,TSS dan TDS apabila dilihat dari lama waktu dan konsentrasi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4).
2. Untuk megetahui penurunan kadar BOD, COD, dan TSS dan TDS dengan rumus (Astuti L. P., 2018):

$$\%\text{Degradasi} = \frac{Cawal - Cakhir}{Cawal} \text{ x } 100\%$$

Keterangan:

C_{awal} : Konsentrasi awal sebelum perlakuan

C_{akhir} : Konsentrasi akhir sesudah perlakuan

Selanjutnya dilakukan analisis penurunan kadar BOD, COD,TSS dan TDS dengan analisa statistik data penurunan kadar BOD, COD, TSS dan TDS menggunakan uji normalitas dengan uji shapiro wilk yakni bahwa jika nilainya diatas 0,05 maka distribusi data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas, jika dibawah 0,05 dinyatakan tidak normal (Telusa, 2013).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selanjutnya melakukan uji homogenitas yang tujuannya untuk menguji perbedaan antara kedua kelompok atau beberapa kelompok yang berbeda subjeknya atau sumber datanya, apabila homogen dilanjut dengan uji *one way* Anova dengan nilai P-value <5% maka bisa dikatakan signifikan dan sebaliknya apabila P-value >5% maka variabel ini tidak berpengaruh signifikan.

3. Perlakuan limbah cair tahu yang diberikan larutan *effective microorganism-4* (EM4) dengan variasi lama waktu tinggal dan konsentrasi.

3.5.4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran ini adalah untuk menjawab tujuan dari penelitian, yaitu mengetahui seberapa tingkat efektivitas penurunan kadar BOD, COD, TSS dan TDS dengan sistem anaero-aerob yang menggunakan variasi lama waktu dan konsentrasi larutan *Effevtive Microorganism-4* (EM4), megetahui kualitas air tahu sebelum adanya pengolahan. Sedangkan saran yang diberikan untuk mendapatkan perbaikan dalam penelitian selanjutnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

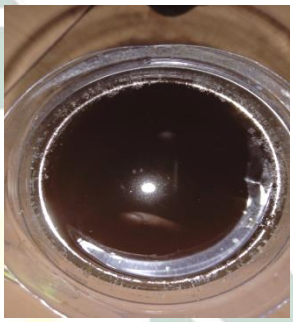
4.1 Tahap Aklimatisasi

Penelitian ini diawali dengan melakukan proses aklimatisasi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terlebih dahulu. Proses aklimatisasi ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kultur mikroorganisme yang stabil dan dapat beradaptasi dengan air buangan pada industri. Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) mempunyai pH 3 yang berarti larutan ini dapat digunakan karena apabila pH larutan >4 maka larutan ini tidak dapat digunakan kembali(Nana Dyah Siswati, 2009). Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) pertama-tama dilakukan pengenceran dengan aquades menggunakan perbandingan 1/20 dan 1/10 kemudian ditambahkan 5 sendok makan gula merah. Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) diaklimatisasi selama ± 4 hari. Berikut merupakan hasil aklimatisasi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) selama 4 hari yang dapat dilihat pada **Tabel 4.1** dibawah ini:

Tabel 4.1 Kondisi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) Pada Saat Proses Aklimatisasi

Hari Ke-	Keadaan Larutan saat Aklimatisasi	Gambar
Konsentrasi 1/10		
Hari ke-1	Hari pertama aklimatisasi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna coklat berbau asam, pH 7,2	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hari Ke-	Keadaan Larutan saat Aklimatisasi	Gambar
Hari ke-2	Hari kedua Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna coklat pekat, terdapat sedikit lapisan putih, berbau asam, pH 4	
Hari ke-3	Hari ketiga Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna coklat pekat, berbau glukosa, terdapat banyak lapisan putih di permukaan, pH 4	
Hari ke-4	Hari keempat Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna coklat tidak terlalu pekat, semakin banyak lapisan putih yang ada di permukaan, pH 4	
Konsentrasi 1/20		
Hari ke-1	Hari pertama aklimatisasi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna coklat kekuningan berbau asam, pH 6,20	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hari Ke-	Keadaan Larutan saat Aklimatisasi	Gambar
Hari ke-2	Hari kedua aklimatisasi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna coklat kekuningan terdapat sedikit lapisan putih, berbau asam, pH 5,79	
Hari ke-3	Hari ketiga aklimatisasi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna coklat banyak terdapat lapisan putih pada permukaan, berbau seperti glukosa, pH 5,65	
Hari ke-4	Hari keempat aklimatisasi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna coklat, semakin banyak terdapat lapisan putih pada permukaan, berbau seperti glukosa, pH 5,55	

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2020

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa proses aklimatisasi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) selama 4 hari, mengalami perubahan di konsentrasi 1/20 dan 1/10 pada hari kedua yaitu dengan munculnya lapisan putih dan perubahan bau yang terjadi pada hari ketiga yang semula asam menjadi bau sepeti glukosa dengan pH tidak >4 maka mikroorganisme yang ada pada Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) telah aktif dan dapat digunakan (Ulum, Mumu, & Kancitra, 2013).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2 Hasil Penelitian

Tahap kedua yang telah dilakukan setelah proses aklimatisasi yaitu uji Bioremediasi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) pada limbah cair tahu. Sampel limbah cair tahu yang digunakan diambil dari pabrik tahu Sumber Makmur yang berada di Jl. Raya Gading Watu, Kebondalem, Boteng, Kec. Menganti, Kab. Gresik. Berikut adalah foto limbah cair tahu yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dibawah ini.

Gambar 4.1 Limbah Cair Tahu

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2020

Langkah selanjutnya yaitu memasukkan air limbah ke dalam reaktor kemudian menuangkan larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) yang telah melalui proses aklimatisasi. Reaktor pada proses anaerob tidak menggunakan aerator karenatidak memerlukan suplai oksigen namun untuk reaktor pada proses aerob memerlukan aerator untuk menyuplai oksigen.

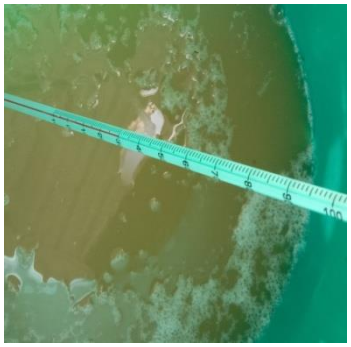
Tujuan aerasi pada proses aerob yaitu untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan-kandungaan gas yang terlarut dalam air. Proses aerasi ini sangat penting dalam pengolahan limbah yang menggunakan sistem aerob karena dengan tersedianya oksigen yang tercukupi maka bakteri-bakteri dapat bekerja secara optimal dan dapat menurunkan konsentrasi zat organik yang ada di dalam air limbah (Nevy, 2013).

Sistem yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan sistem anaerob dan aerob. Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 3 liter dengan dimensi reaktor : tinggi 19,3 cm, diameter 17,5 Proses ini berlanggsung selama 8 hari dan pengambilan sampel untuk uji BOD, COD, TSS, TDS dan pH dilakukan setiap 4, 6, dan 8 hari sekali. Adapun perubahan fisiklimbah cair tahu yang telah diberi larurtan *Effective Microorganism-4* (EM4) dapat dilihat pada **Tabel 4.2** dibawah ini :

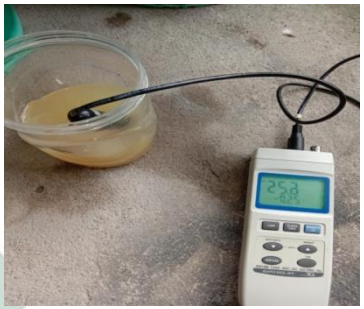
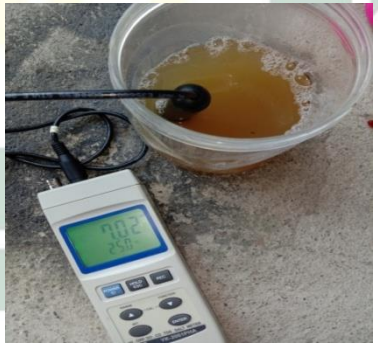
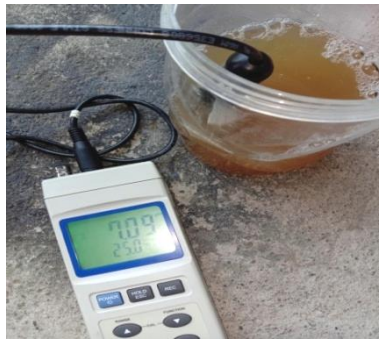
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.2 Kondisi Perubahan Fisik Limbah Cair Tahu Selama Perlakun

Hari Ke	Keadaan Setelah Perlakuan		Foto	
	Reaktor 1 konsentrasi (1/20)	**Reaktor 2 konsentrasi 1/20**	**Reaktor 1**	**Reaktor 2**
Hari Ke- 0	Warna limbah cair tahu sebelum diberi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna putih pekat dan keruh setelah ditambahkan larutan warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat susu, berbau menyengat, pH 3,43	Warna limbah cair tahu sebelum diberi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna putih pekat setelah ditambahkan larutan warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat susu, berbau menyengat, pH 3,43		
Hari Ke-4	Warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat muda, berbau sedikit menyengat, pH 3,63	Warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat muda, berbau sedikit menyengat, pH 3,61		

Hari Ke	Keadaan Setelah Perlakuan		Foto	
	Reaktor 1 konsentrasi (1/20)	**Reaktor 2 konsentrasi 1/20**	**Reaktor 1**	**Reaktor 2**
Hari Ke-6	Warna limbah cair tahu berubah menjadi kuning kecoklatan, berbau sedikit menyengat, pH 3,58	Warna limbah cair tahu berubah menjadi kuning kecoklatan, berbau sedikit menyengat, pH 4,65		
Hari Ke-8	Warna limbah cair tahu berubah menjadi kuning kecoklatan, tidak berbau menyengat , pH 4,40	Warna limbah cair tahu berubah menjadi kuning kecoklatan, tidak berbau menyengat, pH 3,91		

Hari Ke	Keadaan Setelah Perlakuan		Foto	
	Reaktor 1 Konsentrasi (1/10)	**Reaktor 2 Konsentrasi (1/10)**	**Reaktor 1**	**Reaktor 2**
Hari Ke-0	Warna limbah cair tahu sebelum diberi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna putih pekat dan keruh setelah ditambahkan larutan warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat susu, berbau menyengat, pH 3,80	Warna limbah cair tahu sebelum diberi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) berwarna putih pekat dan keruh setelah ditambahkan larutan warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat susu, berbau menyengat, pH 3,80		
Hari Ke-4	Warna limbah cair tahu berubah menjadi kuning pucat, berbau sedikit menyengat, pH 3,80	Warna limbah cair tahu berubah menjadi kuning pucat, berbau sedikit menyengat, pH 4,92		

Hari Ke	Keadaan Setelah Perlakuan		Foto	
	Reaktor 1 Konsentrasi (1/10)	**Reaktor 2 Konsentrasi (1/10)**	**Reaktor 1**	**Reaktor 2**
Hari Ke-6	Warna limbah cair tahu berubah menjadi kuning kecoklatan, bau tidak seberapa menyengat, pH 4,41	Warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat muda, bau tidak seberapa menyengat, pH 4,86		
Hari Ke-8	Warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat kekuningan, tidak berbau menyengat, pH 4,71	Warna limbah cair tahu berubah menjadi coklat kekuningan, berbau menyengat, pH 5,06		

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2020

Berdasarkan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa limbah cair tahu untuk konsentrasi 1/20 pada hari keempat dam keenam mengalami perubahan warna yang semula limbah cair tahu tercampur dengan larutan berwarna coklat susu maka pada hari keempat dan keenam berubah menjadi coklat mudah, dan bau sedikit menyengat. Pada hari kedelapan limbah cair tahu berubah warna menjadi kuning kecoklatan dan limbah sudah tidak berbau yang menyengat. Limbah cair tahu untuk konsentrasi 1/10 pada hari keempat mengalami perubahan warna menjadi kuning pucat dan berbau sedikit menyengat, pada hari keenam limbah berubah warna menjadi kuning kecoklatan dan tidak seberapa menyengat baunya. Pada hari kedelepan limbah mengalami perubahan warna menjdai coklat kekuningan dan tidak berbau menyengat.

Perubahan warna yang terjadi pada saat proses pengolahan limbah itu dapat terjadi dikarenakan padatan yang tersuspensi beserta bahan organik yang ada pada limbah mengalami penguraian biologi maupun kimia oleh mikroorganisme. Pada kondisi aerob bakteri pengurai membutuhkan oksigen sebagai akseptor elektrok terakhir dalam metabolisme mikroba. Hasil pengolahan pada proses aerob dengan adanya oksigen yang terlarut diubah menjadi sel baru, energi untuk sel, hidrogen maupun karbondioksida oleh sel bakteri dalam kondisi oksigen yang cukup. Reaksi kimia penguraian secara aerob yaitu (Tchobanoglous, 2003):

$$\text{Bahan organik} + O_2 \rightarrow \text{Sel Baru} + \text{Energi untuk Sel} + CO_2 + H_2O + \text{produk lain}$$

Tingginya protein yang terkandung dalam air limbah tahu mengakibatkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mikroorganisme pada saat mendegradasi limbah sangat besar. Pada saat proses anaerob bakteri anaerob ini lebih dominan bekerja pada keadaan tanpa oksigen dan pada saat kondisi anaerob akan menghasilkan bau busuk dari gas H_2S hal ini bisa terjadi dikarenakan adanya dekomposisi mikroorganisme anaerob yang menurunkan sulfat menjadi sulfida. Rekasi kimia pada kondisi anaerob yaitu (Herlambang, 2002):

$$\text{Senyawa Organik} + CH_{4(g)} + CO2_{(g)} + H_{2(g)} + NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada saat proses anaerob terdapat bakteri seperti bacillus sp, staphyloccus sp, cardiobacterium sp, Mycoplasma sp. Setelah proses anaerob mikroorganisme yang dapat tumbuh adalah bakteri asam laktat, enterobakteri, klostridoa dan beberapa basillus, serta ragi berkompetisi untuk mendapatkan ketersediaan nutrisi. Mikroba pada proses aerob akan segera mati atau tidak dapat bertahan hidup lagi apabila pH asam (Allaily, 2017).

Hasil pengukuran pH setelah diberikan larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dan 1/10 dalam waktu 8 hari berkisar antara 3,58 – 5,06. Hasil pH dari pengolahan limbah cair tahu ini masih belum memenuhi baku mutu sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Ulum, Mumu, & Kancitra, 2013) hingga hari kesepuluh pH masih bersifat asam. Derajat keasaman pH air limbah sangat menentukan aktivitas mikroorganisme. Penurunan pH dapat terjadi dikarenakan adanya pengaruh dari larutan Effective Microorganism-4 (EM4) itu sendiri yang memiliki sifat asam dan adanya aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengolahan yang mengubah bahan organik menjadi asam organik (Irma Sundari, 2014).

Menurut (Dwicaksono, 2013) penurunan pH disebabkan karena bahan organik yang terurai di dalamnya menjadi asam-asam organik. Asam-asam organik ini berasal dari penguraian karbohidrat, protein dan lemak. Menurut penelitian (Ulum, Mumu, & Kancitra, 2013) Apabila ingin mendapatkan pH dengan netral maka untuk pengolahan limbah cair tahu harus melebihi waktu 8 hari, pada penelitian sebelumnya pH netral ditunjukkan pada hari ke 20. Kenaikan pH pada penelitian sebelumnya dapat disebabkan karena mikroorganisme yang ada di dalam EM4 yang merombak sisa bahan organik dari limbah cair tahu.

4.3 Kemampuan Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) Terhadap Penurunan Zat Pencemar

4.3.1 Uji Removal BOD

BOD (*Biological Oxygen Demand)* adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Putri, 2018).

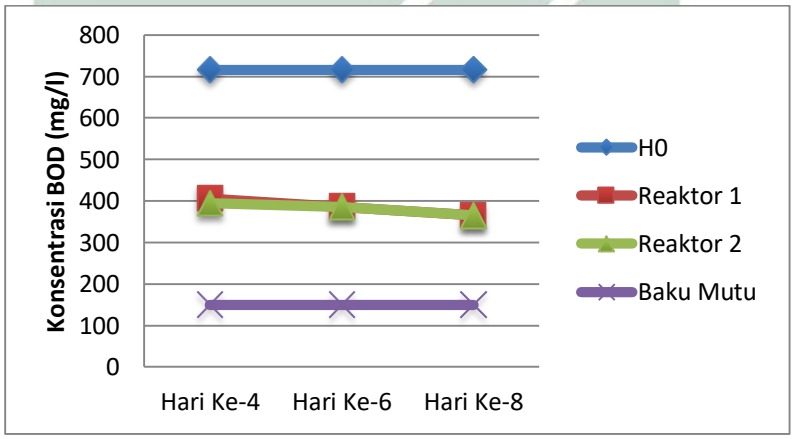
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dari hasil pengolahan yang telah dilakukan dengan variasi konsentrasi dan lama waktu membuktikan bahwa dapat memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar BOD. Berikut adalah hasil analisa kemampuan larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam menurunkan kadar BOD dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3**. untuk data hasil uji Laboratorium BOD dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Uji Laboratorium Parameter BOD

No	Kadar Awal Limbah	Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi 1/10	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	715,9177 mg/l	4	406,2679 mg/l	395,5551 mg/l
2		6	385,6993 mg/l	385,5833 mg/l
3		8	365,2068 mg/l	365,2093 mg/l
No	Kadar Awal Limbah	Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi 1/20	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	385,5026 mg/l	4	298,3558 mg/l	284,1504 mg/l
2		6	255,7645 mg/l	241,5586 mg/l
3		8	241,5599 mg/l	241,5282 mg/l

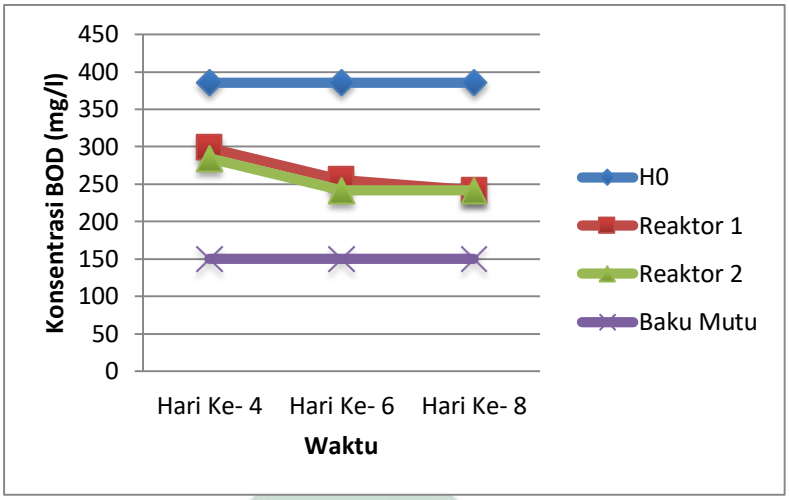
Sumber: Laboratorium Kesehetan Daerah Surabaya, 2020



Gambar 4.2 Grafik Kemampuan Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Mengurangi Kadar BOD

Sumber: Hasil Analisa, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.3 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Mengurangi Kadar BOD

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3** dapat diketahui bahwa adanya penurunan kadar BOD pada perlakuan konsentrasi 1/10 dan 1/20 selama 8 hari proses bioremediasi. Konsentrasi awal kadar BOD yaitu sebesar 715, 9177 mg/l, pada hari keempat reaktor pertama perlakuan konsenrasi 1/10 yaitu 406,2679 mg/l pada reaktor kedua yaitu sebesar 395, 5551 mg/l, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 385,6993 mg/l pada reaktor kedua yaitu sebesar 385,5833, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 365,2068 pada reaktor kedua yaitu sebesar 365,2093 mg/l.

Kadar awal BOD sebelum ditambahkan perlakuan konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 385,5026 mg/l. Pada hari keempat reaktor pertama kadar BOD setelah ditambahkan perlakuan yaitu sebesar 298,3558 mg/l, pada reaktor kedua yaitu sebesar 284,1504 mg/l. Hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 255,7645 mg/l, pada reaktor kedua yaitu sebesar 241,5580 mg/l. Hari kedelapan yaitu sebesar 241,5599 mg/l, pada reaktor kedua yaitu sebsar 241,5282 mg/l.

Dari kedua reaktor dengan konsentrasi yang berbeda dapat dilihat bahwa kadar BOD yang paling banyak mengalami penurunan yaitu pada hari kedelapan. Penurunan kadar BOD ini dapat disebabkan karenakan adanya efektivitas yang berasal dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) yang adapada EM4.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Bakteri itulah yang memfermentasikan bahan organik yang ada pada limbah cair tahu menjadi senyawa asam laktat yang fungsinya mempercepat perombakan bahan organik (Isa, 2008). Adanya kerja sama antara bakteri asam laktat yang terkandung dalam EM4 dengan jamur fermentasi (*Saccharomyces sp*) yang terkandung dalam EM4 untuk memfermentasikan bahan organik menjadi senyawa-senyawa organik yang lebih sederhana sehingga dapat mempercepat proses penguraian senyawa organik dibandingkan dengan proses senyawa organik alamiah dalam limbah cair tahu (Kartika, 2015).

Penurunan kadar BOD didominasi oleh pengolahan biologis secara anaerob. Penurunan kadar BOD dapat juga terjadi dikarenakan adanya pengolahan yang berkaitan dengan lama waktu untuk memberikan perlakuan, semakin lama limbah cair tahu diperlakukan maka penurunan kadar BOD semakin besar. Apabila kadar BOD ada yang mengalami peningkatan maka hal itu dapat disebabkan karena bahan organik atau nutrient dalam limbah cair mulai berkurang sehingga mikroorganisme menjadi berkurang (Ulum, Mumu, & Kancitra, 2013). Reaksi penguraian senyawa organik pada limbah cair tahu oleh mikroorganisme yaitu (Takwayana, 2012):

$$CHONS + O_2 + \text{mikroorganisme} \rightarrow CO_2 + NH_3 + C_5H_7NO_2 + \text{produk lain}$$

Dari reaksi diatas maka dapat dijelaskan bahwa mikroorganisme merombak bahan organik menjadi senyawa organik yang sederhana seperti CO2 dan NH3 (Takwayana, 2012), dengan adanya perombakan bahan organik menjadi senyawa sederhana itulah yang dapat menurunkan nila BOD. Untuk penjelasan dari penelitian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang dapat menurunkan kadar BOD paling banyak pada kedua konsentrasi yang berbeda yaitu pada hari kedelapan sebesar 365,2093-365,2068 mg/l untuk konsentrasi 1/10 dan 241,5599-241,5282 mg/l untuk konsentrasi 1/20.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3.2 Uji Removel COD

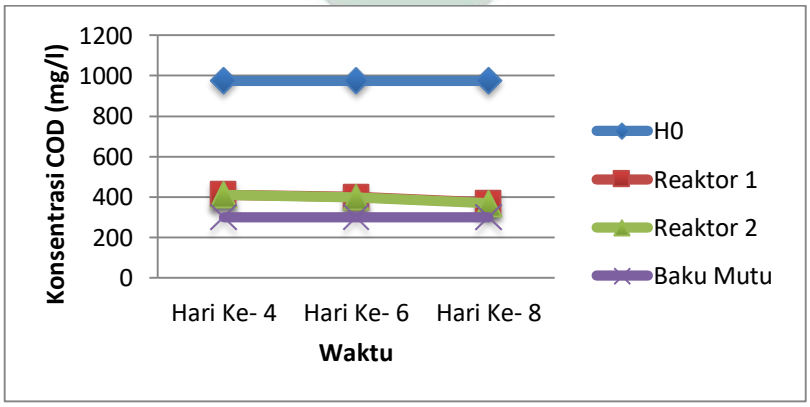
COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang digunakan untuk mengurai semua bahan organik yang berada dalam air. Selisih nilai COD dan BOD memberikan hasil gambaran bahwa bahan organik sulit terurai. Bisa saja nilai COD sama dengan BOD, namun BOD tidak dapat lebih besar dari COD, maka COD dapat diartikan sebagai total bahan organik yang ada (Wa, 2015).

Berikut adalah hasil analisa kemampuan larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam menurunkan kadar COD yang dapat dilihat pada **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5.** untuk data hasil uji laboratorium COD dapat dilihat pada **Tabel 4.4** dibawah ini:

Tabel 4.4 Hasil Uji Laboratorium Parameter COD

No	Kadar Awal Limbah	Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi 1/10	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	974,5420 mg/l	4	412,0880 mg/l	411,7520 mg/l
2		6	400,7770 mg/l	398,7610 mg/l
3		8	371,9960 mg/l	369,3090 mg/l
No	Kadar Awal Limbah	Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi 1/20	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	408,9520 mg/l	4	397,4740 mg/l	397,5300 mg/l
2		6	325,4100 mg/l	322,7780 mg/l
3		8	284,6470 mg/l	265,8890 mg/l

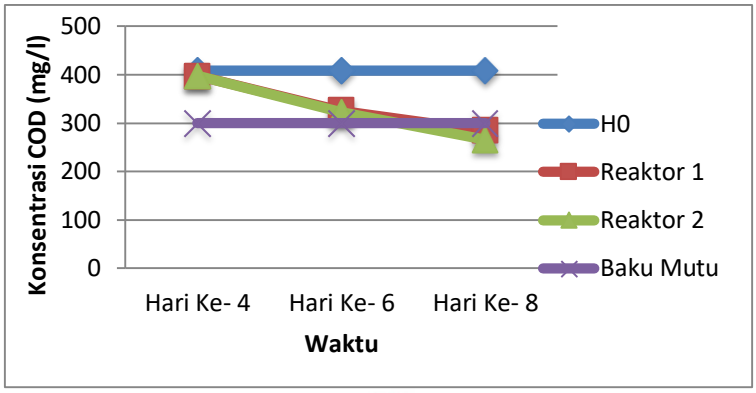
Sumber: Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya, 2020



Gambar 4.4 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Mengurangi Kadar COD

Sumber: Hasil Analisa, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.5 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Mengurangi Kadar COD

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5** dapat diketahui untuk penurunan kadar COD pada perlakuan konsentrasi 1/10 dan 1/20 selama 8 hari proses bioremediasi. Konsentrasi awal kadar COD yaitu sebesar 974,5420 mg/l, pada hari keempat reaktor pertama dengan perlakuan konsentrasi 1/10 yaitu sebesar 412,0880 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 411,7520 mg/l, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 400,7770 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 398,7610 mg/l, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 371,9960 dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 369,3090 mg/l.

Kadar awal COD sebelum ditambahkan perlakuan 1/20 yaitu sebesar 408,9520 mg/l, pada hari keempat reaktor pertama kadar COD setelah ditambahkan perlakuan konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 397,4740 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 397, 5300 mg/l, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 325,4100 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 322, 7780 mg/l, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 284,6470 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 265,8890 mg/l.

Penurunan kadar COD dapat terjadi pada kedua perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda dikarenakan adanya enzim protase yang dihasilkan dari berbagai jenis mikroba yang terdapat pada EM4 mulai dari bakteri kapang dan khamir. Protase adalah enzim yang sangat berperan dalam reaksi yang melibatkan pemecahan protein menjadi amonia, nitrit, CO_2, H_20 (Fitria, 2008).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penurunan kadar COD juga dapat disebabkan karena lama waktu perlakuan, semakin lama limbah cair tahu diperlakukan maka akan semakin besar pula penurunan untuk kadar COD (Ulum, Mumu, & Kancitra, 2013). Penurunan kadar COD sebagian besar terjadi di dalam reaktor anaerob sedangkan dalam proses aerob tidak terlalu besar (Wuri Arini, 2013). Pada fase anaerob bahan organik yang sulit teruraikan didegradasi menjadi metabolit yang lebih sederhana dan metabolit bersifat toksik (Balapure, 2016).Reaksi penguraian senyawa organik secara kimia yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme yaitu (Takwayana, 2012):

$$C_XH_YO_Z + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O + Cr^{3+}$$

Dari reaksi diatas maka dapat dijelaskan bahwa bahan organik dioksidasi oleh kalium bikarbonat menjadi gas berupa CO2 dan H2O serta dengan sejumlah ion krom.Untuk penjelasan dari penelitian yang sudah diakukan maka dapat disimpulkan bahwa dari kedua konsentrasi yang berbeda untuk penurunan kadar COD selama proses pengolahan yang paling banyak yaitu pada hari kedelapan sebesar 371,9960 dan 369,3090 mg/l pada konsentrasi 1/10, pada konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 284,6470 dan 265,8890 mg/l. Pemberian EM4 pada limbah cair tahu memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar COD meskipun konsentrasi kadar akhir COD masih belum memenuhi baku mutu.

4.3.3 Uji Removel TSS (*Total Suspended Solid*)

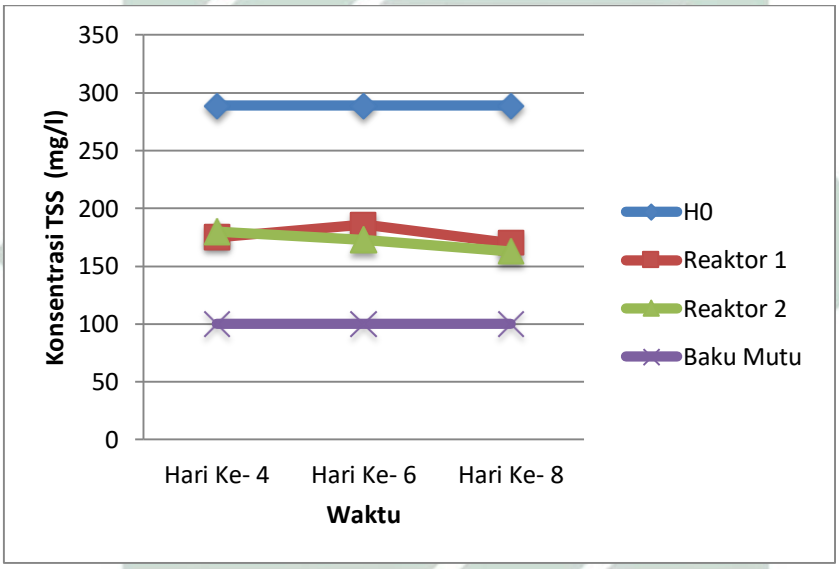
TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan suatu bahan tersuspensi berdiameter > 1µm yang tertahan pada saringan *milli-pore* dengan diameter pori 0,45 µm (Effendi, 2003). Padatan tersuspensi ini dapat menyebabkan kekeruhan didalam air, tidak terlarut dan tidak bisa mengendap secara langsung, ukuran partikelnya sangat kecil dari sedimen (Nasution, 2008).Berikut adalah hasil analisa kemampuan larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam menurunkan kadar TSS yang dapat dilihat pada **Gambar 4.6** dan **Gambar 4.7.** untuk data hasil uji laboratorium TSS dapat dilihat pada **Tabel 4.5** dibawah ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.5 Hasil Uji Laboratorium Parameter TSS

No	Kadar Awal Limbah	Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi 1/10	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	289 mg/l	4	175 mg/l	180 mg/l
2		6	186 mg/l	173 mg/l
3		8	170 mg/l	163 mg/l
No	Kadar Awal Limbah	Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi 1/20	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	98 mg/l	4	101 mg/l	101 mg/l
2		6	100 mg/l	95 mg/l
3		8	97 mg/l	93 mg/l

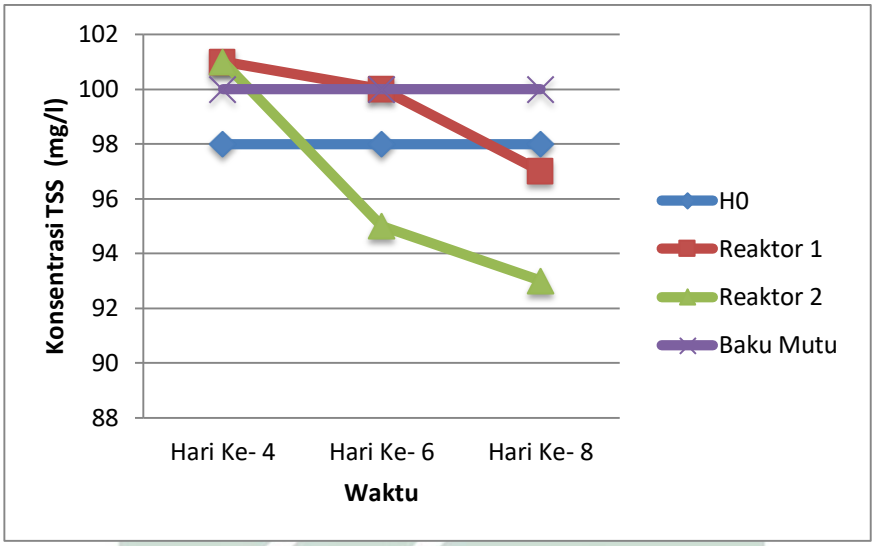
Sumber: Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya, 2020



Gambar 4.6 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Mengurangi Kadar TSS

Sumber: Hasil Analisa, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.7 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Mengurangi Kadar TSS

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan **Gambar 4.6** dan **Gambar 4.7** dapat diketahui bahwa untuk penurunan kadar TSS pada perlakuan konsentrasi 1/10 dan 1/20 selama 8 hari proses bioremediasi. Konsentrasi kadar awal TSS sebelum ditambahkan perlakuan konsentrasi 1/10 yaitu sebesar 289 mg/l, pada hari keempat reaktor pertama dengan perlakuan 1/10 yaitu sebesar 175 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 180 mg/l, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 186 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 173 mg/l, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 170 mg/l pada reaktor kedua yaitu sebesar 163 mg/l.

Kadar awal TSS sebelum ditambahkan perlakuan konsentrasi 1/20 yaitu 98 mg/l, pada hari keempat setelah ditambahkan perlakuan konsentrasi maka kadar TSS sebesar 101 mg/l pada reaktor pertama dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 101 mg/l, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebsar 100 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 95 mg/l, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 97 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 93 mg/l. Penurunan kadar TSS pada saat pengolahan dapat terjadi karena reaksi pengendapan bakteri dengan limbah dimana terjadi proses koagulasi secara perlahan-lahan dan partikel terkecil dalam limbah akan turun kebawah dan akan menjadi endapan (Abas Sato, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Adapun peningkatan TSS yang terjadi itu dikarenakan senyawa-senyawa nitrogen yang terkandung di dalam limbah cair tahu terbentuk dalam bahan tersuspensi, selain itu ammonia dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi sehingga dapat mengendap di dasar perairan (Effendi, 2003). Menurut penelitian (Ulum, Mumu, & Kancitra, 2013) TSS mengalami peningkatan juga dapat disebabkan saat pengambilan sampel terjadi pengadukan, akibatnya endapan yang terangkat terukur sebagai TSS. Menurut (Kartika, 2015) Penurunan kadar TSS dapat terjadi dikarenakan mikroorganisme yang dapat bertahan hidup pada limbah cair tahu yaitu jenis mikroorganisme *Lactobacillus sp* yang dapat hidup dalam kondisi asam dan Pada penurunan TSS ini penurunan terjadi pada tahap aerob.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa dari kedua konsentrasi yang berbeda untuk penurunan kadar TSS yang paling banyak terjadi pada hari kedelapan yaitu sebesar 170 mg/l dan 163 mg/l untuk konsentrasi 1/10 dan pada konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 97 mg/l dan 93 mg/l, meskipun kadar TSS sempat mengalami kenaikan di konsentrasi 1/20 pada hari keempat di kedua reaktor dan pada hari keenam di reaktor pertama. Kadar TSS yang memenuhi baku mutu hanyalah pada konstrasi 1/20 di hari keenam pada reaktor kedua dan hari kedelapan di kedua reaktor.

4.3.4 Uji Removel TDS (*Total Disolved Solid*)

TDS (*Total Disolved Solid*) yaitu terlarutnya suatu zat padat, bisa berupa ion, berupa senyawa, maupun koloid di dalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat dalam keadaan normal sangat rendah maka tidak bisa dilihat dengan mata telanjang (Situmorang, 2007).

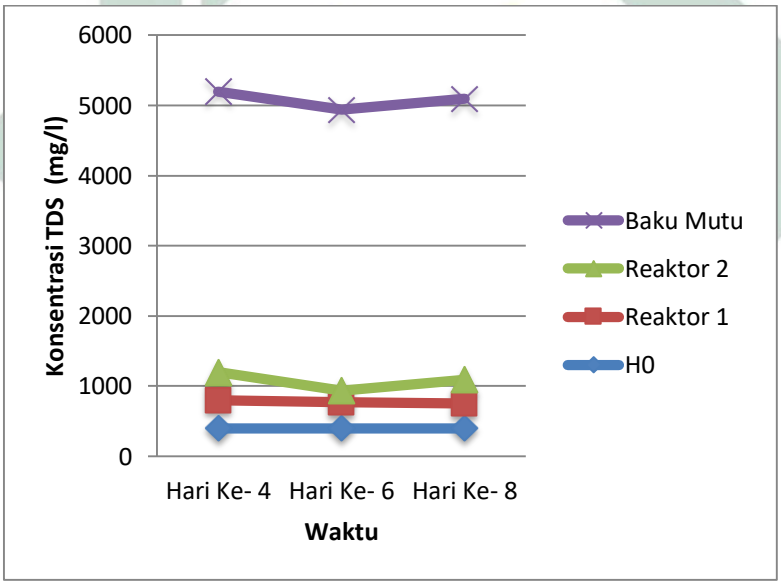
Berikut adalah hasil analisa Kemampuan larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam menurunkan kadar TDS yang dapat dilihat pada **Gambar 4.8** dan **Gambar 4.9**. Untuk hasil uji laboratorium TDS dapat dilihat pada **Tabel 4.6** dibawah ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.6 Hasil Uji Laboratorium Parameter TDS

No	Kadar Awal Limbah	Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi 1/10	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	400 mg/l	4	400 mg/l	398 mg/l
2		6	367 mg/l	354 mg/l
3		8	352 mg/l	341 mg/l
No	Kadar Awal Limbah	Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi 1/10	
			Reaktor 1	Reaktor 2
1	190mg/l	4	155 mg/l	168 mg/l
2		6	142 mg/l	118 mg/l
3		8	115mg/l	108 mg/l

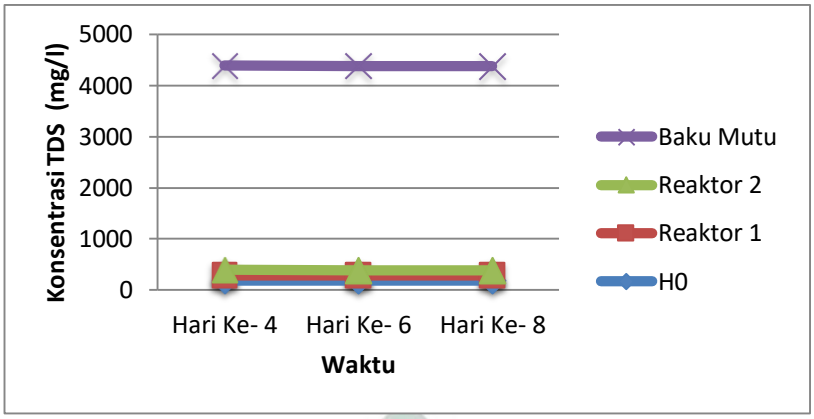
Sumber: Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya, 2020



Gambar 4.8 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Mengurangi Kadar TDS

Sumber: Hasil Analisa, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.9 Grafik Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Mengurangi Kadar TDS

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan **Gambar 4.8** dan **Gambar 4.9** dapat diketahui bahwa untuk penurunan kadar TDS pada perlakuan konsentrasi 1/20 dan 1/20 selama 8 hari proses bioremediasi. Konsentrasi kadar awal TDS sebelum ditambahkan perlakuan konsentrasi 1/10 yaitu sebesar 400 mg/l, pada hari keempat reaktor pertama dengan perlakuan 1/10 yaitu sebesar 400 mg/l, dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 398 mg/l, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 367 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 354 mg/l, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 352 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 341 mg/l.

Kadar awal TDS sebelum ditambahkan konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 190 mg/l, pada hari keempat setelah ditambahkan perlakuan konsentrasi 1/20 kadar TDS pada reaktor pertama yaitu sebesar 155 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 168 mg/l, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 142 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 118 mg/l, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 115 mg/l dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 108 mg/l.

Penurunan kadar TDS terjadi karena disebabkan lama waktu tinggal karena semakin lama proses pengolahan limbah cair tahu maka akan semakin maksimal untuk penurunan kadar TDS pada limbah cair tahu. Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa dari kedua konsentrasi yang berbeda untuk penurunan kadar TDS selama proses pengolahan yang paling banyak yaitu pada hari kedelapan yaitu sebesar 352 mg/l dan 341 mg/l pada konsentrasi 1/10, pada konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 115 mg/l dn 108 mg/l.

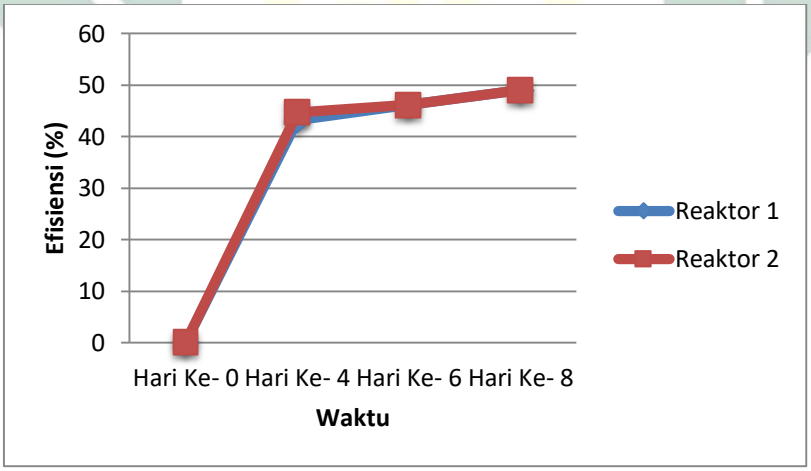
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pemberian EM4 pada pengolahan limbah cair tahu ini memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar TDS karena kadar TDS pada limbah cair tahu setelah pengolahan sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Limbah Industri Pengolahan Kedelai.

4.4 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) Terhadap Penyisihan Zat Pencemar

4.4.1 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap Penyisihan BOD

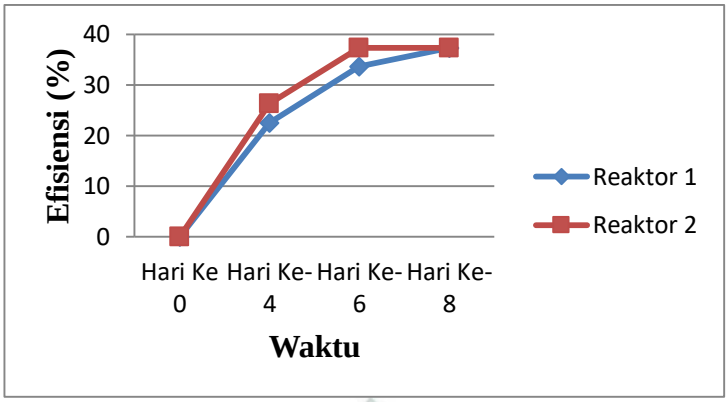
Efisiensi larutan Effective Microorganism-4 (EM4) terhadap penyisihan kadar BOD pada konsentrasi 1/20 dan 1/20 tertinggi terjadi pada hari kedelapan. Berikut merupakan grafik efisiensi larutan Efeective Microorganism-4 (EM4) dalam menyisihkan kadar BOD dapat dilihat pada **Gambar 4.10** dan **Gambar 4.11** dibawah ini:



Gambar 4.10 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Penyisihan BOD

Sumber: Hasil Analisa, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.11 Grafik EfisiensiLarutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Penyisihan BOD

Sumber: Hasil Analisa, 2020

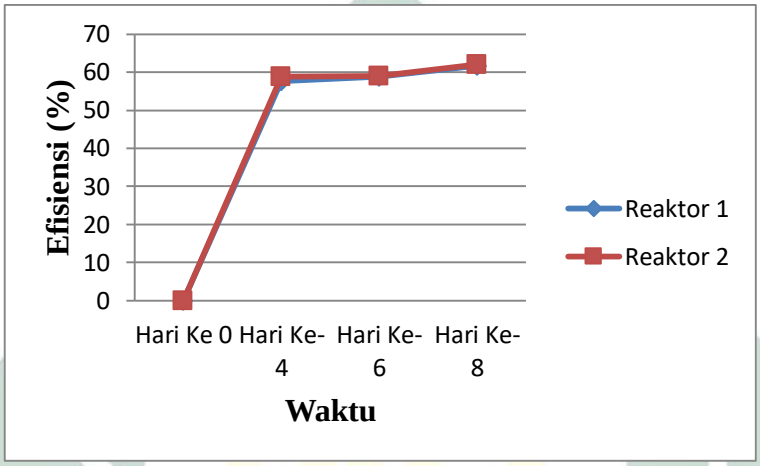
Berdasarkan **Gambar 4.10** dan **Gambar 4.11** dapat diketahui bahwa efisiensi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam menyisihkan kadar BOD mengalami peningkatan yang drastis pada konsentrasi 1/10 dan 1/20 pada hari kedelapan. Pada konsetrasi 1/10 efisiensi kadar BOD yaitu sebesar 48,98% pada kedua reaktor dan pada konsentrasi 1/20 efisiensi penurunan kadar BOD yaitu sebesar 37,33% pada reaktor perrtama dan 37,34% pada reaktor kedua dengan sistem kontinyu.

Dapat disimpulkan bahwa efisiensi penurunan kadar BOD dapat sangat meningkat pada hari kedelapan dikarenakan semakin lama proses pengolahan yang dilakukan maka akan semakin baik hasil penurunan kadar BOD pada limbah cair tahu. Efisiensi penurunan kadar BOD dapat terjadi dikarenakan di dalam reaktor limbah cair tahu telah mengalami penguraian materi organik yang dilakukan oleh bantuan larutan *Effective microorganism-4* (EM4). Penurunan kadar BOD dapat diduga juga karena bantuan oksigen yang banyak akan mempercepat dalam mengurangi tingkat polutan, adanya kerja sama antara bakteri asam laktat dengan jamur fermentasi (*Saccharomyces sp*) dalam memfermentasikan bahan organik menjadi senyawa organik yang lebih sederhana sehingga dekomposisi senyawa organik lebih cepat dari proses alami (Sri Anum Sari, 2018). Seperti dijelaskan oleh (Hidayat Nur, 2016) bahwa penguranan BOD dapat terjadi dikarenakan mikroba yang sebelumnya telah melalui tahap adaptasi terlebih dahulu sehingga untuk pengurangan BOD menjadi stabil.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

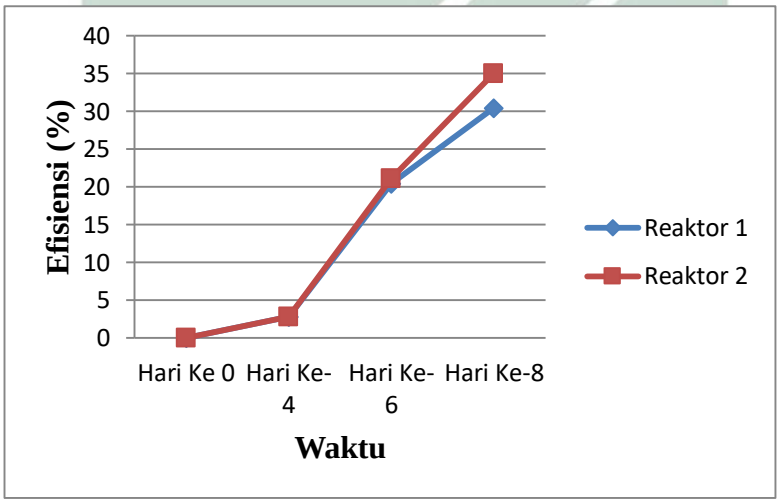
4.4.2 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap Penyisihan COD

Efisiensi larutan Effective Microorganism-4 (EM4) terhadap penyisihan COD pada dua konsentrasi yaitu konsentrasi 1/10 dan 1/20 mengalami peningkatan dari hari ke hari. Berikut merupakan grafik efisiensi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam penyisihan COD dapat dilihat pada **Gambar 4.12** dan **Gambar 4.13** dibawah ini:



Gambar 4.12 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Penyisihan COD

Sumber: Hasil Analisa, 2020



Gambar 4.13 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Penyisihan COD

Sumber: Hasil Analisa, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan **Gambar 4.12** dan **Gambar 4.13** dapat diketahui bahwa efisiensi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam penyisihan kadar COD mengalami peningkatan secara drastis, pada konsentrasi 1/10 di hari keempat yaitu 57,7% pada reaktor pertama dan 57,74% pada reaktor kedua, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 58,87% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 59,08%, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 61,82% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 62,10%.

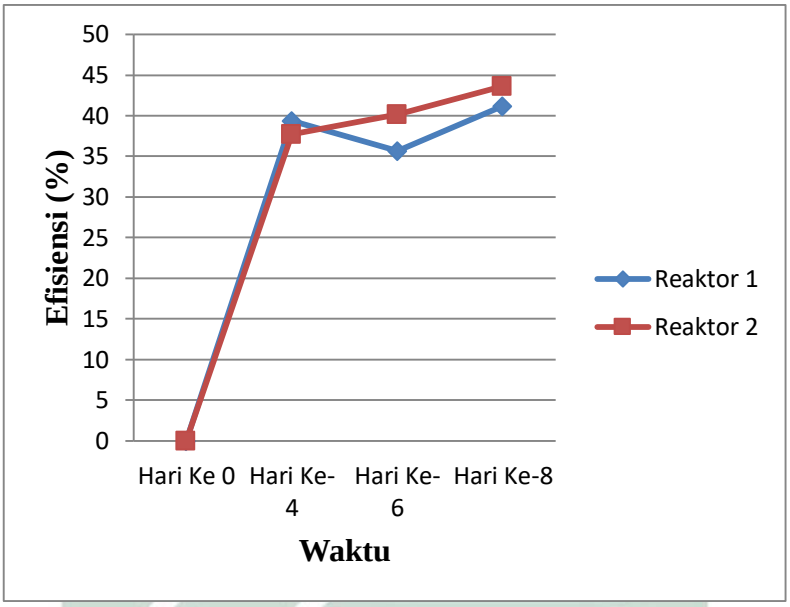
Efisiensi larutan Effective Microorganism-4 (EM4) dalam penyisihan kadar COD untuk konsentrasi 1/20 pada hari keempat yaitu sebesar 2,80% pada reaktor pertama dan 2,79% pada reaktor kedua, hari keenam yaitu sebesar 20,42% pada reaktor pertama dan 21,07% pada reaktor kedua, hari kedelapan yaitu sebesar 30,39% pada reaktor pertama dan 34,98% pada reaktor kedua.

Dapat disimpulkan bahwa efisiensi mengalami peningkatan secara drastis pada hari kedelapan baik untuk konsentrasi 1/10 maupun konsentrasi 1/20. Peningkatan efisiensi bisa terjadi karena semakin lama pengolahan limbah cair tahu yang diberikan perlakuan konsentrasi maka akan semakin meningkat efisiensi untuk menyisihkan kadar COD pada limbah cair tahu. efisiensi penyisihan kadar COD pada limbah tahu juga dapat terjadi karena enzim protase yang terkandung dalam EM4 yang fungsinya untuk memecah protein menjadi amonia, nitrit, nitrat, CO_2, H_2O, dan bahan padat sudah mulai mengendap dan telah teroksidasi (Tangahu, 2017). Menurut (Sri Anum Sari, 2018) peningkatan efisiensi terjadi disebabkan oleh mikroorganisme yang terkandung dalam larutan Effective Microorganism-4 (EM4) yang mampu menguraikan limbah cair tahu dengan cepat.

4.4.3 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap Penyisihan TSS

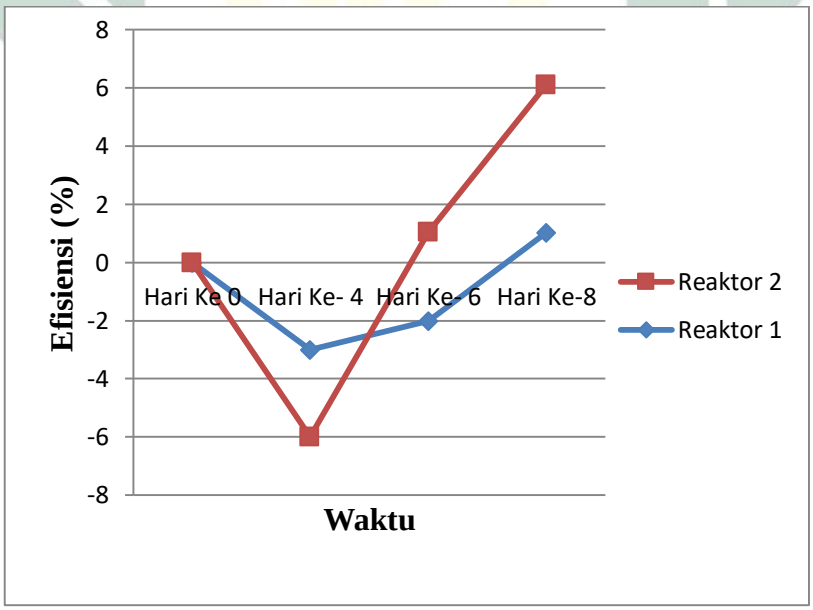
Efisiensi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap penyisihan kadar TSS pada konsentrais 1/10 dan 1/20 mengalami penurunan dan peningkatan. Berikut mrupakan grafik efisiensi larutan (EM4) dalam penyisihan kadar TSS dapat dilihat pada **Gambar 4.14** dan **Gambar 4.15** dibawah ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.14 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Penyisihan TSS

Sumber: Hasil Analisa, 2020



Gambar 4.15 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Penyisihan TSS

Sumber: Hasil Analisa, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan **Gambar** 4.13 dan **Gambar** 4.14 dapat diketahui bahwa efisiensi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam penyisihan kadar TSS mengalami penurunan dan peningkatan, pada konsentrasi 1/10 di hari keempat pada reaktor pertama efisiensi penyisihan kadar TSS yaitu sebesar 39,4% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 37,71%, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 35,64% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 40,13%, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 41,17% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 43,59%.

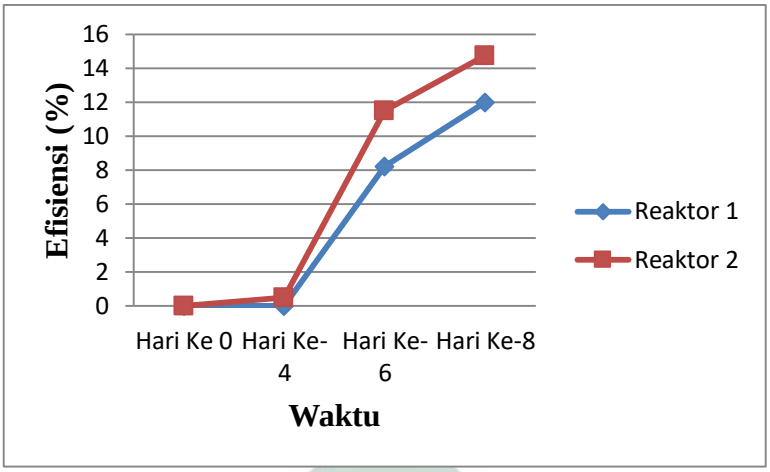
Efisiensi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam penyisihan kadar TSS untuk konsentrasi 1/20 pada hari keempat yaitu sebesar -3% pada kedua reaktornya, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar -2% pada reaktor pertama dan 3,06% pada reaktor kedua, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 1,02% pada reaktor pertama dan 5,10% pada reaktor kedua.

Dari penjelasan diatas dapat dijelaskan bahwa terdapat penurunan efisiensi penyisihan kadar TSS pada konsentrasi 1/10 pada hari keempat di kedua reaktor yaitu sebesar -3% dan hari keenam pada reaktor pertama sajayaitu sebesar -2% hal ini dapat terjadi karena kemungkinan pada saat pengambilan sampel limbahnya terjadi pengadukan, akibatnya endapat ikut terbawa dan terukur sebagai TSS. Menurut (Geraldi, 2006) penurunan konsentrasi nilai TSS disebabkan oleh bakteri, protozoa dan aktivitas metazoan. Efisiensi peningkatan kadar TSS juga dipengaruhi oleh larutan Effective Microorganism-4 (EM4) yang dapat mengurangi total pandatan yang terkandung di dalam limbah cair tahu (S Monica, 2011).

4.4.4 Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap Penyisihan TDS

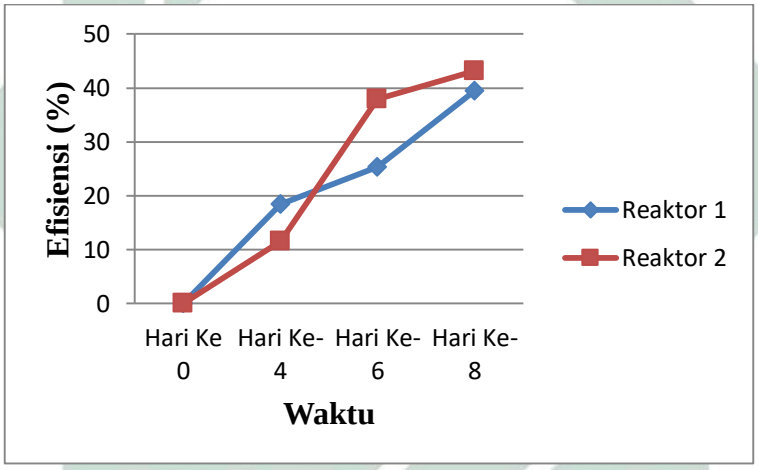
Efisiensi larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap penyisihan kadar TDS pada konsentrasi 1/10 dan 1/20 mengalami peningkatan pada hari kedelapan. Berikut merupakan grafik efisiensi larutan Effective Microorganism-4 (EM4) dalam penyisihan kadar TDS yang dapat dilihat pada **Gambar 4.16** dan **Gambar 4.17** dibawah ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.16 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/10 dalam Penyisihan TDS

Sumber: Hasil Analisa, 2020



Gambar 4.17 Grafik Efisiensi Larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) dengan konsentrasi 1/20 dalam Penyisihan TDS

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan **Gambar** 4.16 dan **Gambar** 4.17 dapat diketahui bahwa efisiensi larutan Effective Microorganism-4 (EM4) dalam penyisihan kadar TDS mengalami peningkatan dari hari ke hari. Pada konsentrasi 1/10 di hari keempat pada reaktor pertama yaitu sebesar 0% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 0,5%, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 8,25% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 11,5%. Hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 12% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 14,75%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Efisiensi larutan Effective Microorganism-4 (EM4) dalam penyisihan kadar TDS untuk konsentrasi 1/20 pada hari keempat yaitu sebesar 18,42% pada reaktor pertama dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 11,57%, hari keenam pada reaktor pertama yaitu sebesar 25,26% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 37,89%, hari kedelapan pada reaktor pertama yaitu sebesar 39,47% dan pada reaktor kedua yaitu sebesar 43,15%.

Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa efisiensi penyisihan kadar TDS mengalami peningkatan secara drastis pada hari kedelapan yaitu dengan efisiensi penyisihan kadar TDS pada konsentrasi 1/10 sebesar 12% pada reaktor pertama dan 14,75% pada reaktor kedua, konsentrasi 1/20 sebesar 39,47% pada reaktor pertama dan 43,15% pada reaktor kedua. Peningkatan efisiensi penyisihan kadar TDS dapat terjadi disebabkan karena lamanya waktu pengolahan limbah cair tahu yang diberikan perlakuan konsentrasi larutan Effective Microorganism-4 (EM4) sebanyak 1/10 dan 1/20.

menurut (Retnosari A, 2013) kadar TDS pada limbah tingkat effisien dapat meningkat dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme yang mendegradasi bahan organik dan dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah mikroorganisme.

4.5 Analisa Perbedaan kemampuan variasi Konsentrasi Larutan Effective Microorganism-4 (EM4) Dalam Menurunkan Zat Pencemar

Hasil data yang telah didapat kemudian dilakukan uji statistik yaitu dengan menggunakan Reapeated Measures yang merupakan statistik yang bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan secara nyata (signifikan) daari berbagai hasil pengukuran yang dilakukan berulang pada suatu variabel penelitian. Dalam penelitian ini tidak menggunakan uji one way anova karena sampel yang dipakai adalah sampel yang tidak berpasangan sedangkan sampel pada penelitian ini saling berpasangan, uji ini juga dapat untuk suatu penelitian yang melakukan lebih dari satu kali percobaan atau dapat diartikan sebagai pengamatan berulang (Hartati Alif, 2013). Berikut merupakan tabel uji statistik menggunakan Reapeated Measures pada variasi konsentrasi dan lama waktu yang dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dibawah ini :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.3 Hasil Uji Statisik Reapeated Measures

Multivariate[b,c]

Within Subjects Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Hari	Pillai's Trace	2.415	5.157	12.000	15.000	.002
	Wilks' Lambda	.000	81.238	12.000	8.229	.000
	Hotelling's Trace	7.986E3	1.109E3	12.000	5.000	.000
	Roy's Largest Root	7.965E3	9.956E3[a]	4.000	5.000	.000
Hari * Perlakuan	Pillai's Trace	1.996	2.484	12.000	15.000	.049
	Wilks' Lambda	.000	33.802	12.000	8.229	.000
	Hotelling's Trace	3.734E3	518.653	12.000	5.000	.000
	Roy's Largest Root	3.728E3	4.660E3[a]	4.000	5.000	.000

a. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

b. Design: Intercept + Perlakuan
Within Subjects Design: Hari

c. Tests are based on averaged variables.

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.3** menunjukkan bahwa hasil uji statistik Reapeated Measures didapatkan nilai signifikan p-value 0,049 < 0,05, yanng artinya HO ditolak dan H1 diterima yang artinya ada perbedaan rata-rata penurunan kadar COD, BOD, TSS, dan TDS berdasarkan variasi konsentrasi larutan Effective Microrganism-4 (EM4) dan lama waktu. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya variasi larutan 1/10 dengan 1/20 dapat diketahui adanya perbedaan penurunn untuk semua parameter yaitu parameter BOD, COD, TSS, dan TDS hal ini terjadi dikarenakan adanya proses perombakan senyawa organik oleh larutan *Effective Microorganism-4* (EM4) yang mampu mendegradasi limbah tahu dengan beban kadar BOD, COD dan TSS yang tinggi (Maria Yustiningsih, 2019).

Adanya perbedaan penurunan dapat dilihat pada hari kedelapan hal ini menunjukkan bahwa penurunan nilai kadar organik pada limbah cair tahu sangat dipengaruhi juga oleh lama waktu pada proses pengolahannya karena semakin lama waktu tinggal maka hasil yang dihasilkan semakin maksimal(Abas Sato, 2015). Menurut (Sri Anum Sari, 2018) bakteri yang ada di dalam larutan Effective Microorganism-4 (EM4) sangat diperlukan untuk mendegradasi senyawa organik karena semakin banyak bakteri yang tumbuh dan berkembang maka senyawa organik juga akan semakin cepat terdegradasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Adanya perbedaan penurunan kadar pencemar dengan variasi konsentrasi larutan 1/10 maupun 1/20 dengan lama waktu. Konsentrasi 1/10 maupun 1/20 untuk kadar BOD, COD, TSS, dan TDS mengalami perbedaan penurunan yang sangat drastis pada hari kedelapan.
2. Nilai efisiensi tertinggi terdapat pada hari kedelapan untuk konsentrasi 1/10 maupun 1/20. Pada konsentrasi 1/10 nilai effisiensi untuk menyisihkan kadar BOD yaitu sebesar 48,98%, pada konsentrasi 1/20 sebesar 37,33% - 37,34%, COD yaitu sebesar 61,83% - 62,10% pada konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 30,39% - 34,98%, TSS yaitu sebesar 41,17% mg/l - 43,59% mg/l pada konsentrasi 1/10 sedangkan untuk konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 1,02% - 5,10%, TDS yaitu sebesar 12% - 14,75% sedangkan untuk konsentrasi 1/20 yaitu sebesar 39,47% - 43,15%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini yaitu:

1. untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah lama waktu untuk pengolahan limbah cair tahu.
2. penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel penelitian seperti Amonia.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Abas Sato, p. u. (2015). Pengolahan Limbah Tahu Secara Anaerobik-Aerobik Kontinyu. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* .

Adack, J. (2013). Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu terhadap Lingkungan Hidup. 78-79.

Allaily, M. R. (2017). Potensi Pakan Fermentasi Anaerob Menggunakan Bahan Pakan Lokal . 428-435.

Andary, A. H. (2010). Studi Penurunan COD dan Warna pada Limbah Industri Testil PT. Apac Inti Corpora dengan Kombinasi Anaerob-Aerob Menggunakan UASB dan HUASB.

Andra, O. S. (2014). Industri Tahu di Kecamatan Nanggali, Kota Padang, Sumatera Barat.

Astuti, L. P. (2018). Kemampuapn Beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan* .

Astuti, S. N. (2018, Oktober). Potensi Kiambang (Salvinia Molesta) sebagai Agen Fitoremediasi Logam Berat Tembaga (Cu) dari Limbah Cair Batik Berdasarkan Analisis Ekspresi Gen Phytochelatin Synthase.

Balapure, K. S. (2016). Exploring Bioremediation Strategos to Enhance The Mineralization of Textile Industrial Waswater Though Sequential Anaerob-Microaerophilic. Nomor 16, Halaman 97-105.

Dwicaksono, M. R. (2013). Pengaruh Penambahan Effective Microorganisms pada Limbah Cair Industri Perikanan terhadap Kualitas Pupuk Cair Organik. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* .

Eddy. (2008). Karakteristik Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* , vol. 2, No 2.

Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air.

Faradilla, A. R. (2008). Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan .

Firmaniar, E. (2017). Pengaruh Pemberian Campuran EM4, Tetes Tebu dan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Organik Caur Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (Alternanthera Amoena Voss).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Fitria, Y. (2008). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM4 (Effective Microorganism-4).

Geraldi, G. (2006). Wastewaster Bacteria.

Godam. (2006). Faktor Pendukung dan Penghambat Industri.

Hakeem KR, S. M. (2015). Soil Remediation and Plants.

Hartati Alif, W. T. (2013). Analisis Varian Dua Faktor dalam Rancangan Pengamatan Berulang (Reapeated Measures). *jurnal statistik undip* .

Herlambang, A. (2002). Teknologi Pengolahan Limbah Cair Tahu Tempe.

Hidayat Nur, S. A. (2016). Evaluation of Two-Stage Biological Treatment With Attached Filter Media on Treatment of Tofu Processing Waswater. *Journal of Applied Environmental Sciences* , Volume 11, No.4.

Hidayati, N. (2005). Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperkumulator. 35-40.

Irma Sundari, W. F. (2014). Pengaruh Penggunaan Bioaktivator EM4 dan Penambahan Tepung Ikan terhadap Spesifikasi Pupuk Organik Cair Rumput Laut Gracilaria sp. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* , Volume 3, Nomer 3, Halaman 88-94.

Isa, M. (2008). Pengaruh Pemberian Dosis EM4, Cacing Lumbricus Rubellus dan Campuran Keduanya Terhadap Lama Waktu Pengomposan Sampah Rumah Tangga.

Izudia, E. (2013). Teknik Aklimatisasi Tanaman Hasil Kultur Jaringan. 49=56.

Jenie, B. d. (2007). Penanganan Limbah Industri Pangan.

Juhaeti T, S. F. (2005). Inventarisasi Tumbuhan Potensial untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas.

Kartika, L. S. (2015). Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS pada Limbah Tahu menggunakan Effective Microorganism-4 (EM4) secara Aerob. *Kesehatan Lingkungan* .

Komala, R. (2015). Proses Fitoremediasi Limbah Cair Tahu untuk Menurunkan COD dan TSS dengan Memanfaatkan Kiambang (Salvinia Molesta).

Komala, R. (2015). Proses Fitoremediasi Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan COD dan TSS dengan Memanfaatkan Kiambang (Salvinia Molesta). 31.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Lumbanraja, P. (2014). Mikroorganisma dalam Bioremediasi.

Makiyah, M. (2013). Anaisis Kadar N, P dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (Thitonia Diversivolia).

meriatna. (2018). Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Microorganisme) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-buahan. *Jurnal Teknoligi Kimia* .

Muhajir, M. S. (2013). Penurunan Limbah Cair BOD dan COD pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (Typha Angustifolia) dengan Sistem Constructed Wetland.

Nana Dyah Siswati, H. T. (2009). Kajian Penambahan Effective Microorganisms (EM4) pada Proses Dekomposisi Limbah Padat Industri Kertas.

Nasution, M. (2008). Penentuan Jumlah Amoniak dan Total Padatan Tersuspensi Pada Pengolahan Air Limbah PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangkir.

Nevy, P. (2013). Pengolahan Limbah Industri.

Nurhasmawaty, P. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik.* Sumatera Utara.

Nurmay, R. S. (2014). Pengaruh Waktu Tinggal dan Komposisi Bahan Baku Pada Proses Fermentasi Limbah Cair Tahu terhadap Produksi Biogas.

Pamungkas. (2017).

Putri, A. R. (2018). Analisis Kadar DO, BOD, dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin.

Rahayu, N. S. (2011). Kemampuan upflow Anaerobic Fixed Bed (UAFB) Reaktor dalam Mempertahankan Kondisi Optimum dalam Penyisihan Senyawa Organik pada Biowaste Fasa Cair Tanpa Menggunakan Pengaturan pH.

Retnosari A, M. S. (2013). Kemampuan Isolat Bacillus sp. mendegradasi Limbah Tangki Aeptik . 7-11.

Ru'yat Ramdhani, i. E. (2007). Penurunan Konsentrasi Amonia Limbah Cair Tahu menggunakan Teknologi Biofilm - Pond dengan Media Pipa PVC Sarang Tawon dan Batang disertai Penambahan Lumpur Aktif.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

S Monica, L. K. (2011). Formulation of Effective Microbial Consortia and its Application for. *Journal of Microbial and Biochemical Technology* .

Said, H. (2002). Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob .

Salman. (2011). Masalah Gulma dan Pengendaliannya pada Perairan.

Santriyana, D. R. (2013). Eksplorasi Tanaman Fitoremediator Allumunium (Al) yang Ditumbuhkan pada Limbah Ipa PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan* .

Sari, K. L. (2017). Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS pada Limbah Tahu menggunakan Effective Microorganism-4 (EM4) secara Aerob. *Kesehatan Lingkungan* .

Sari, K. L. (2017). Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS pada Limbah Tahu menggunakan Effective Microorganism-4 (EM4) Secara Aerob. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* .

Sidauruk, L. d. (2015). Fitoremediasi Lahan Tercemar di Kawasan Industri Medan dengan Tanaman Hias. *Jurnal Pertanian Tropik* .

Situmorang, M. (2007). *Kimia Lingkungan* . Medan : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan .

Sri Anum Sari, B. D. (2018). The Dosage Variant Combinations of EM4 and Fermentation Time Based on Physics and Chemicals Parameters of Tofu's Wastewater. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)* , vol. 12, No 4.

Suci Prihaningtyas, F. N. (2019). Pemberdayaan Karang Taruna dalam Pembuatan Biogas Limbah Cair Tahu sebagai Wujud Kepedulian Lingkungan di Dusun Bapang Sumbermulyo Jombang.

Takwayana, H. P. (2012). *PT. Tiga Manunggal Synthetic Industries.* .

Tangahu, B. V. (2017). The Degradation of BOD and COD of Batik Industry Waswater Using Egeria Densa and Salvinia Molesta. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* , 82-91.

Tchobanoglous, G. a. (2003). Waswater Engineering Treatment, Disposal and Reuse Fourth Edition. Mc. Graw Hill Inc, Singapore.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tri, R. A. (2013). *Pengaruh Penggunaan Effective Microorganisme-4 (EM4) dan Molase terhadap Kualitas Kompos dalam Pengomposan Sampah Organik RSUD DR. R Soetrasno Rembang.* Semarang.

Tri, R. (2013). Pengaruh Penggunaan Effective Microorganism-4 (EM4) dan Molase terhadap Kualitas Kompos dalam Pengomposan Sampah Organik RSUD DR.R. Soetrasno Rembang.

Ulum, M., Mumu, S., & Kancitra, P. (2013). Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya.

Vindiarti. (2015). Pengolahan Limbah Cair.

Wa, A. (2015). BOD dan COD sebagai Parameter Pencemar Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science dan Education* , Vol 4. No.1.

Wuri Arini, S. S. (2013). Studi Penurunan Kadar COD, dan TSS pada Limbah Cair Rumah Makan dengan Teknologi Biofilm Anaerob-Aerob menggunakan Media Bioring Susunan Random.

Yuwono, D. (2005). Kompos.

Zulfa, M. (2019). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (Alternantera Amoena Voss) dalam Kultur Hidroponik Rakit Apung.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id