

# Pengaruh dosis inokulum dan biji kelor dalam pengolahan limbah cair tempe menggunakan trickling bed filter

Rizza Fadillah Fitri, Ummu Fithanah, M. Said\*

\*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Inderalaya-Prabumulih KM. 32 Ogan Ilir (OI) 30662 Tel/Fax 0711-580303  
Email: [saidm\\_19@yahoo.com](mailto:saidm_19@yahoo.com)

## Abstrak

Limbah cair industri tempe merupakan masalah utama dalam pengendalian dampak lingkungan karena mengandung bahan-bahan organik yang tinggi. Salah satu alternatif pengolahan limbah cair industri tempe adalah dengan menggunakan biofilter horizontal dengan menambahkan EM4 sebagai Inokulum dan Biji Moringa Oleifera sebagai biokoagulan. Pengolahan limbah cair industri tempe menggunakan biofilter horizontal menggunakan kerikil sebagai media penyangga untuk menumbuhkan mikroorganisme. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kombinasi perlakuan yang tepat antara EM4 dan Biji Moringa oleifera yang digunakan terhadap penurunan kandungan organik pada limbah cair industri tempe. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 faktor. Faktor A (Penambahan Konsentrasi Inokulum EM4) yang terdiri dari 3 level yaitu 0%, 5%, 10% dari total volume limbah. Faktor B (Penambahan konsentrasi Biokoagulan Biji Moringa Oleifera) yang terdiri dari 3 level yaitu 0 mg, 1000 mg dan 1500 mg. dan factor C (Lama waktu pengendapan limbah) yang terdiri dari 5 level yaitu 0 hari, 4 hari, 8 hari, 12 hari dan 16 hari. Data hasil parameter limbah cair industri tempe (TSS, BOD dan pH). Limbah cair industri tempe yang digunakan pada penelitian ini memiliki kandungan organik yang diwakili nilai TSS, BOD dan nilai pH berturut-turut adalah 9141,7 mg/l; 213,3 mg/l dan 3,1. Perlakuan terbaik pada pengolahan limbah cair industri tempe yaitu pada perlakuan dengan penambahan konsentrasi inokulum 10 %, konsentrasi koagulan 1500 mg/l dan lama waktu pengendapan limbah 16 hari. Hasil pengolahan limbah cair industri tempe menghasilkan nilai TSS, BOD dan pH berturut-turut adalah 48 mg/l; 54,3 mg/l; dan 6,9.

**Kata Kunci:** BOD, TSS, biofilter horizontal, EM4, biji Moringa Oleifera, limbah cair industri tempe

## Abstract

*Tempe Industry wastewater is a main problem in controlling environment impact because it contains high organic matters. One of alternatives to treat tempe wastewater is using horizontal bio-filter by adding EM4 as inoculum and Moringa oleifera as Biokoagulan. Treating tempe wastewater using horizontal bio-filter where gravel became the buffer media to grow micro-organism. The study aimed to achieve the precise treatment combination between EM4 and moringa oleifera in degrading organic content of tempe wastewater. The study was conducted using Group Random Design with three factors. They were Factor A (adding the concentration of EM4) consisting of three levels namely 0%, 5%, and 10% of waste total volume; Factor B (adding the concentration of Moringa Oleifera) consisting of three levels namely 0 mg, 1000 mg and 1500 mg; Factor C (longtime processing) consisting of five levels namely 0 day, 4 day, 8 day, 12 day and 16 day. The result data of tempe wastewater parameters (BOD, TSS and pH) This study treated tempe wastewater containing organic represented by values of TSS, BOD and pH namely 9141,7 mg/l, 213,3 mg/l and 3,1 respectively. The best treatment for tempe wastewater was adding 10% EM4 concentration, by adding 1500 mg moringa oleifera and longtime processing through eight day. The results of tempe wastewater treatment were TSS, BOD and pH values namely 48 mg/l, 54,3 mg/l and 6,9 respectively.*

**Keywords:** BOD, TSS, horizontal bio-filter, EM4, moringa oleifera seed, tempe wastewater

## 1. PENDAHULUAN

Banyaknya industri tempe yang berdiri di Indonesia baik dalam skala kecil maupun menengah tak luput dari limbah yang dihasilkan dari proses kegiatan industri tersebut sehingga membawa dampak terhadap lingkungan disekitarnya. Terlebih, industri tempe yang biasanya dalam skala kecil, bertitik ditengah permukiman masyarakat yang menimbulkan keresahan. Jumlah industri tempe yang banyak dan sebagian besar mengambil lokasi disekitar sungai ataupun selokan-selokan guna memudahkan proses pembuangan limbahnya, akan sangat mencemari lingkungan perairan, sumur-sumur dan lahan disekitar lokasi penduduk setempat seperti yang terjadi pada industri pembuatan tempe dikota Palembang. Dalam proses pembuatan tempe memerlukan banyak air yang digunakan untuk perendaman, pencucian dan perebusan kedelai, akibat dari besarnya pemakaian air pada proses pembuatan tempe, limbah yang dihasilkan juga cukup besar. Jika limbah tersebut langsung dibuang tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu maka dalam waktu relatif singkat akan menimbulkan bau busuk disekitar lokasi industri pembuatan tempe. Pada proses pembuatan tempe diperlukan proses perebusan kedelai selama kurang lebih setengah jam kemudian dilakukan perendaman kedelai selama satu malam dan proses fermentasi selama dua hari, hampir disetiap tahap pembuatan tempe menghasilkan limbah. Komposisi kedelai dan tempe yang sebagian besar terdiri dari protein, karbohidrat dan lemak, maka dalam limbahnya pun dapat terkandung unsur-unsur tersebut.

Dalam banyak hal, akibat nyata dari polutan organik adalah penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena dibutuhkan untuk proses penguraian zat-zat organik. Pada perairan yang tercemar oleh bahan organik dalam jumlah yang besar, kebutuhan oksigen untuk proses penguraiannya lebih banyak dari pada pemasukan oksigen ke perairan, sehingga kandungan oksigen terlarut sangat rendah. Hal ini sangat membahayakan kehidupan organisme perairan tersebut. Sisa bahan organik yang tidak terurai secara aerob akan diuraikan oleh bakteri anaerob, sehingga akan tercium bau busuk. Di dalam Undang-Undang No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa daya dukung adalah kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Undang-Undang No. 10 tahun 1992 tentang

perkembangan kependudukan dan pembangunan keluarga sejahtera memerinci daya dukung lingkungan menjadi tiga yakni daya dukung lingkungan alam, daya tampung lingkungan binaan dan daya tampung lingkungan sosial. Kedua undang-undang ini tidak memerinci lebih jauh bagaimana daya dukung itu diukur atau dihitung (Sudharto, 2005). Akibat yang ditimbulkan oleh limbah dapat bersifat langsung dan tidak langsung. Bersifat langsung misalnya, penurunan atau peningkatan "temperatur dan pH" akan menyebabkan terganggunya hewan binatang atau sifat fisika atau kimia daerah pembuangan, sedangkan akibat tidak langsung adalah defisiensi oksigen. Dalam proses perombakan limbah yang diperlukan oksigen yang ada di sekitarnya, akibatnya daerah pembuangan limbah kekurangan oksigen (Kasmidjo, 1991).

Saat ini instalasi pengolahan air limbah pada industri pembuatan tempe di kota Palembang belum difungsikan dengan baik dan benar sehingga perlu adanya sistem pengolahan air limbah yang baik, ramah lingkungan dan bebas dari bahan kimia. Berdasarkan peraturan gubernur Sumsel No. 08 tahun 2012 tentang baku mutu limbah cair untuk industri produk makanan dari bahan baku kacang kedelai (tempe), dari hasil analisa limbah industri tempe yang berlokasi di Jl. Macan Lindungan Bukit, Palembang memiliki nilai BOD, TSS dan pH diatas baku mutu limbah yang ditetapkan sehingga perlu dilakukan proses pengolahan lanjut agar kandungan zat organik di dalam air limbah memenuhi standar baku mutu air buangan yang boleh dibuang ke saluran umum.

Berbagai penelitian sudah dilakukan untuk pengolahan limbah cair seperti yang dilakukan oleh Harahap di tahun 2013 menggunakan biofilter tempurung kelapa sawit dalam menurunkan kadar amoniak limbah cair tempe dengan efektivitas 15-30 % juga penelitian yang dilakukan oleh Pitriani di tahun 2015 yaitu efektivitas penambahan EM4 dalam pengolahan limbah cair rumah sakit dengan media sarang tawon mampu menurunkan BOD mencapai 91,22 % namun pada penelitian harahap nilai efektivitasnya masih terbilang rendah juga pada penelitian Pitriani penggunaan media sarang tawon sebagai media biofilter memang telah berhasil digunakan namun media sarang tawon yang berbahan dasar PVC harganya relatif mahal dibandingkan dengan tempurung kelapa sawit namun tempurung kelapa sawit juga sulit untuk didapatkan dalam jumlah besar oleh

sebab itu dalam penelitian ini media biofilter yang digunakan adalah kerikil jenis koral dan split yang mudah diperoleh dan ketersediaannya cukup. Penelitian ini juga akan dilengkapi proses koagulasi menggunakan biokoagulan serbuk biji kelor yang disertai proses filtrasi dengan biofilter (*Trickling bed filter*) menggunakan EM4 sebagai inokulumnya. Alasan penggunaan serbuk biji kelor ini ditujukan untuk mengurangi penggunaan koagulan dari bahan kimia yang justru menimbulkan masalah besar bagi lingkungan dan alasan penggunaan EM4 karena dalam proses pengolahan limbah, EM4 sangat baik dalam penyisihan kadar BOD dan TSS.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

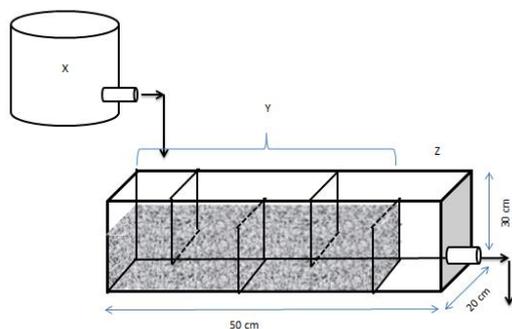
### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: Biofilter (*Trickling bed filter*), Bak penampung limbah, Tangki koagulasi, Botol plastic, Beker gelas, Gelas ukur, Neraca analitis, Spatula, Pipet tetes, corong dan pH meter.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Limbah cair industri tempe yang berasal dari industri tempe rumah Macan Lindungan Bukit, Palembang, Media pengisi biofilter: kerikil koral dan split, Serbuk biji kelor, Bakteri EM4 dan Gula merah.

### B. Desain Sistem Biofilter Horizontal

Desain sistem biofilter horizontal dalam percobaan ini dirancang menggunakan sebuah tangki terbuka yang terbuat dari kaca yang terhubung dalam tiga kompartemen dengan ukuran dimensi 50 cm x 20 cm x 30 cm (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Tangki Pengolahan Limbah

Keterangan:

- X : tangki koagulasi
- Y : Bak Filtrasi
- : Koral jagung dan Split
- Z : Bak penampung akhir (effluent)

### C. Prosedur Penelitian

#### 1) Uji Karakteristik Limbah

Sebelum melakukan penelitian dilakukan uji karakteristik awal air limbah Industri tempe rumahan di Macan Lindungan Bukit. Sampel air limbah diuji di Laboratorium Kimia Air Palembang untuk mengetahui kandungan BOD, TSS, dan pH.

#### 2) Proses Pengembangbiakan Bakteri EM4

Sebelum dimasukkan kedalam Biofilter bakteri EM4 terlebih dahulu diaktifkan dengan cara mencampurkan dosis 0% EM4 dengan 1 liter air limbah cair industri tempe dan 25 mL gula merah cair, kemudian diinkubasi selama 2-4 Hari pada suhu kamar yang kemudian akan dialirkan bersamaan dengan limbah cair tempe yang sudah dikoagulasi dengan penambahan biji kelor dengan dosis 0 mg, 1000 mg, dan terakhir 1500 mg. Setelah itu dilanjutkan kembali dengan dosis inokulum EM4 sebanyak 5 % dan 10 %.

#### 3) Proses Pencampuran Koagulan

Sebelum di masukkan ke dalam Biofilter Limbah cair industri tempe akan diolah terlebih dahulu dalam tangki koagulasi dengan di tambahkan serbuk biji kelor dengan dosis 0 mg dan diaduk selama 5 menit kemudian di alirkan ke biofilter (*Trickling bed filter*). Setelah itu dilanjutkan kembali dengan dosis 1000 mg dan 1500 mg.

#### 4) Penelitian Inti

Limbah cair industri tempe yang sudah melewati proses koagulasi dialirkan bersamaan dengan inokulum EM4 yang telah diinkubasi ke biofilter (*Trickling bed filter*) dengan tiga perlakuan. Perlakuan pertama mengalirkan limbah yang sudah dikoagulasi dengan dosis biji kelor 0 mg yang artinya tanpa proses koagulasi dengan inokulum dosis 0 % yang artinya tanpa inokulum (sebagai control) kemudian dilanjutkan dengan mengalirkan inokulum dengan dosis 5 % dan 10 %. Perlakuan kedua mengalirkan limbah yang sudah dikoagulasi dengan biji kelor 1000 mg bersama dengan inokulum dosis 0 % yang kemudian dilanjutkan lagi dengan dosis inokulum 5 % dan 10 %. Perlakuan ketiga mengalirkan limbah yang sudah dikoagulasi dengan biji kelor 1500 mg bersama dengan inokulum dosis 0 % yang kemudian dilanjutkan lagi dengan dosis yang sama 5 % dan 10 %. Setiap pergantian perlakuan dan dosis inokulum biofilter dibersihkan dan diganti dengan media kerikil yang baru. Pada penelitian ini limbah cair industri tempe dipertahankan pada suhu ruang ( $\pm 27^\circ\text{C}$ ). Sistem ini dioperasikan pada kondisi semi-kontinyu dengan laju alir dipertahankan pada 1 liter per 2 hari serta diamati selama 16

hari. Sampel limbah dikumpulkan dan dianalisis untuk BOD, TSS dan pH. Selain itu persentase pengurangan (efisiensi *removal*) BOD, TSS dan pH juga dihitung.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kualitas Limbah Cair Industri Tempe Sebelum Pengolahan

Hasil analisa beberapa parameter sebelum dilakukan pengolahan terhadap limbah cair industri tempe yang terdapat di Macan Lindungan Bukit besar Palembang, menunjukkan bahwa limbah tersebut memiliki karakteristik dengan angka yang melampaui standar baku mutu limbah industri tempe yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 08 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Cair untuk Industri Produk Makanan dari bahan baku Kacang kedelai (Tempe), seperti ditunjukkan dalam tabel 1:

**Tabel 1.** Karakteristik Limbah Cair Industri Tempe Sebelum Pengolahan

Parameter	Satuan	Hasil Analisa (Rata-rata)	Baku Mutu Limbah
TSS	Mg/l	9141,7	50
BOD	Mg/l	213,3	75
Ph	-	3,1	6,0 – 9,0

Sumber : Data Primer 2016

Berdasarkan tabel di atas, dapat dinyatakan bahwa kualitas Limbah Cair Industri Tempe belum memenuhi standar Baku Mutu Limbah Cair Tempe yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 08 Tahun 2012.

Pengujian terhadap kualitas Limbah Cair Industri tempe ini dilakukan pada musim hujan, sehingga bila musim kemarau tiba angka penyimpangan akan mengalami kenaikan yang berarti dan berakibat terhadap semakin tingginya kerusakan kualitas air Limbah Cair Industri Tempe.

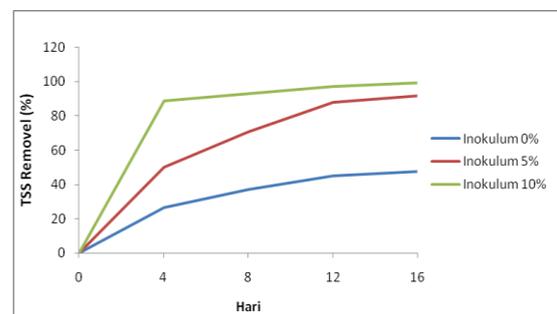
#### B. Kualitas Limbah Cair Industri Tempe Setelah Pengolahan

##### 1) TSS (Total Suspended Solid)

Keberadaan padatan tersuspensi dalam Limbah Cair Industri Tempe dapat menyebabkan terjadinya kekeruhan pada air Limbah yang dapat menghambat masuknya

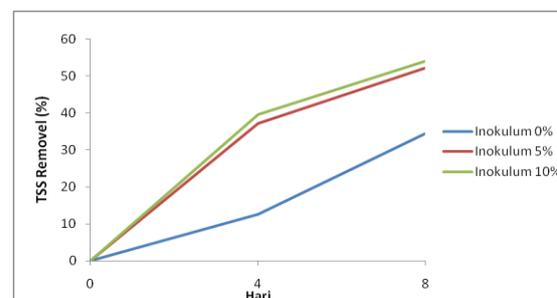
sinar matahari dan mengganggu kehidupan di air, sehingga diperlukan pengolahan yang tepat untuk mereduksi kandungan tersebut.

Hasil penelitian ini menunjukkan setelah 16 hari pengolahan menggunakan biofilter horizontal dengan kerikil sebagai filter yang dikombinasikan dengan penambahan konsentrasi EM4 serta penambahan konsentrasi Moringa Oleifera memberikan reduksi TSS tertinggi sebesar 99,1%. Kemampuan serbuk biji Moringa Oleifera dalam mereduksi kandungan TSS limbah cair Industri tempe dapat dilihat melalui grafik dengan menggunakan variasi pada konsentrasi biokoagulan, Konsentrasi Inokulum dan lama waktu pengendapan limbah.



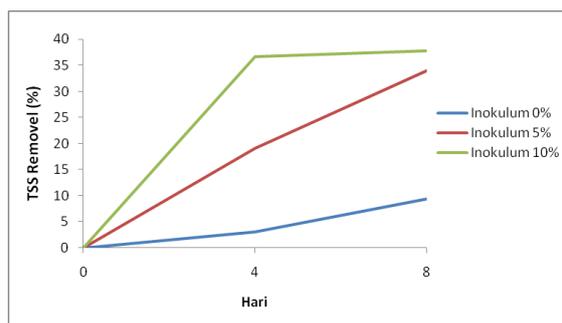
**Gambar 1.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 dengan TSS Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 1500 mg dan lama waktu pengendapan limbah.

Dengan mengamati pengaruh Konsentrasi Koagulan yang digunakan, dosis inokulum yang digunakan serta lama waktu pengendapan limbah,. Dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang digunakan, semakin banyak dosis biokoagulan yang digunakan serta semakin banyak dosis inokulum yang digunakan persen penurunan nilai TSS akan semakin tinggi. Seperti terlihat pada gambar 3. persen penurunan TSS tertinggi dengan nilai 99,1 % ada pada dosis inokulum 10 % pada lama waktu pengendapan limbah selama 16 hari.



**Gambar 2.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 Dengan TSS Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 1000 mg dan lama waktu pengendapan Limbah.

Dari gambar 2. dapat dilihat Konsentrasi koagulan 1000 mg dengan lama waktu pengendapan limbah selama 8 hari dan dosis inokulum 10% mengalami persen penurunan TSS sebesar 54,1 %.



**Gambar 3.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 dengan TSS Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 0 mg dan lama waktu pengendapan limbah.

Dari gambar 3. dapat dilihat konsentrasi koagulan 0 mg dengan lama waktu pengendapan Limbah selama 8 hari dan dosis Inokulum 10 % mengalami persen penurunan TSS sebesar 37,8 %.

**Tabel 2.** Hasil Analisa TSS Sebelum dan Sesudah Pengolahan

Parameter	Dosis Biji Kelor (mg)	Dosis Inokulum (% v)	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan
TSS	1000	0	320	290
		5	17500	11560
		10	17500	10880
	1500	0	320	210
		5	2260	1080
		10	17500	8040

Sumber: Data Primer 2016

Dengan mengamati pengaruh dari konsentrasi Biokoagulan yang digunakan, maka dapat dibandingkan antara ketiga grafik di atas bahwa tingkat penyisihan TSS yang paling tinggi dalam pengolahan Limbah Cair Industri Tempe tercapai pada Konsentrasi Biokoagulan sebesar 1500 mg, Konsentrasi Inokulum 10 %,

dan lama waktu pengendapan Limbah selama 16 hari. Pada Konsentrasi Koagulan 1000 mg persen penurunan TSS yang mampu di reduksi lebih rendah bila dibandingkan dengan Konsentrasi Koagulan 1500 mg, hal ini disebabkan karna semakin banyak biokoagulan yang digunakan maka mikroflor yang bergabung menjadi makroflor yang terbentuk akan semakin besar dan cepat menempel pada Inokulum. Sedangkan pada Konsentrasi Biokoagulan 0 mg persen penurunan TSS yang mampu di reduksi cenderung lebih rendah dari konsentrasi koagulan 1500 mg dan 1000 mg karena sangat sedikit mikroflor yang terbentuk dan waktu pembentukan mikroflor yang lama. Namun kecenderungan ini terjadi tidak hanya dengan pengaruh dari besarnya Konsentrasi Biokoagulan yang diberikan, karena konsentrasi Inokulum dan lama nya waktu pengendapan Limbah juga memberikan pengaruh pada nilai persen penurunan TSS Limbah Cair Industri Tempe ini.

Berkurangnya padatan tersuspensi pada Limbah cair industri tempe yang telah diberi koagulan alami Moringa Oleifera disebabkan oleh mengendapnya padatan tersuspensi tersebut bersama dengan Koagulan. Salah satu jenis padatan tersuspensi yang sulit mengendap adalah tipe koloid (Raju, 1995). Pada umumnya limbah cair industri tempe merupakan partikel terdispersi dan memiliki muatan listrik negatif (Hidayat, 1999), sedangkan serbuk Moringa Oleifera, memiliki sifat poli elektrolit yang bermuatan positif atau poli elektrolit yang kationik yang dapat digunakan sebagai koagulan atau flokulan alami. Bahan aktifnya berupa protein yang larut dalam air (Sutherland, dkk., 1994), sehingga di dalam limbah cair industri tempe dapat mengikat partikel- partikel koloid dan membentuk flok. Flok tersebut terbentuk saling bergabung membentuk makroflor dan akhirnya dapat mengendap. Adanya bakteri em4 yang di tambahkan pada penelitian ini adalah sebagai media untuk mempercepat mengendap nya flok flok pada Inokulum, serta adanya inokulum juga

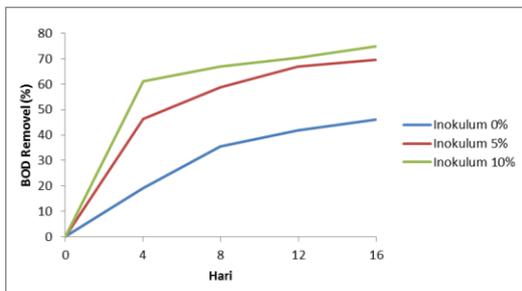
Penurunan nilai TSS terjadi disebabkan oleh tertahannya partikel-partikel padatan yang ada di dalam limbah oleh media filter pada saat proses filtrasi. Tertahannya partikel-partikel padatan oleh media filter tersebut menyebabkan jumlah padatan yang ada di dalam limbah menjadi berkurang. Media filter kerikil mampu menahan laju alir limbah sehingga terjadi interaksi antara limbah dengan media filter dimana filtrasi diawali dengan proses penahanan dan pengikatan padatan atau

partikel tersuspensi sehingga dapat menurunkan nilai TSS. Kuo dan Chen (2007) dalam penelitiannya menggunakan biofilter horizontal berhasil menurunkan nilai TSS sebesar 70% pada limbah domestik, sedangkan pada penelitian ini mampu mencapai 99,1%. Perbedaan ini disebabkan karena proses pengendapan dan pendegradasian zat organik pada masing-masing filter sehingga partikel-partikel kecil yang terdapat di dalam limbah mengendap ke dasar tangki pengolahan dan menempel pada filter yang digunakan.

2) BOD (Biological Oxygen Demand)

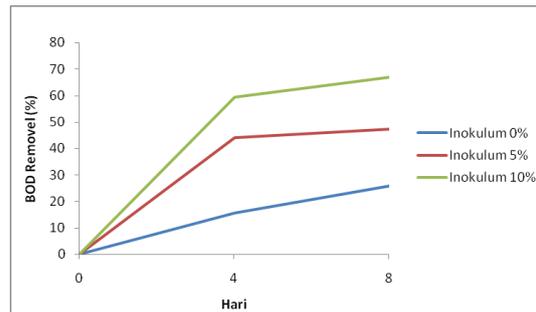
BOD adalah salah satu parameter utama limbah cair Industri Tempe yang harus diperhatikan, karena kadar COD yang tinggi mengindikasikan bahwa limbah cair tersebut memiliki potensi yang besar sebagai pencemar apabila dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu.

Hasil penelitian ini menunjukkan setelah 16 hari pengolahan menggunakan biofilter horizontal dengan kerikil sebagai filter yang dikombinasikan dengan penambahan konsentrasi EM4 serta penambahan konsentrasi Biokoagulan memberikan reduksi BOD tertinggi sebesar 74,8 %. Kemampuan Bakteri Em4 dan serbuk biji Moringa Oleifera dalam mereduksi BOD limbah cair Industri tempe dapat dilihat melalui grafik dengan menggunakan variasi pada konsentrasi biokoagulan, Konsentrasi Inokulum dan lama waktu pengendapan limbah.



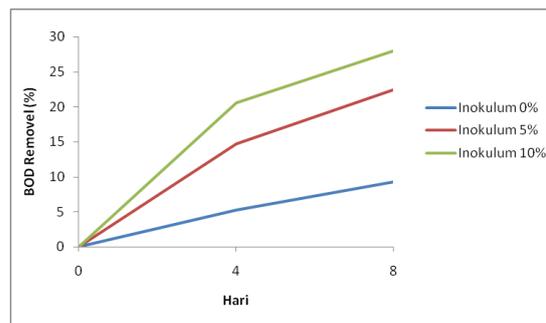
**Gambar 4.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 dengan BOD Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 1500 mg dan lama waktu pengendapan limbah.

Dari gambar 4. dapat dilihat Konsentrasi koagulan 1500 mg dengan lama waktu pengendapan limbah selama 16 hari dan dosis inokulum 0 % mampu mereduksi BOD sebesar 74,8 %.



**Gambar 5.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 dengan BOD Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 1000 mg dan lama waktu pengendapan limbah.

Dari gambar 5. dapat dilihat Konsentrasi koagulan 1000 mg dengan lama waktu pengendapan limbah selama 8 hari dan dosis inokulum 10 % mampu mereduksi BOD sebesar 46,2 %.



**Gambar 6.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 dengan BOD Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 0 mg dan lama waktu pengendapan limbah.

Dari gambar 6. dapat dilihat Konsentrasi koagulan 0 mg dengan lama waktu pengendapan limbah selama 8 hari dan dosis inokulum 10 % mampu mereduksi BOD sebesar 27,9 %.

**Tabel 3.** Hasil Analisa BOD Sebelum dan Sesudah Pengolahan

Parameter	Dosis Biji Kelor (mg)	Dosis Inokulum (% v)	Sebelum Pengolahan	Sesudah Pengolahan
BOD	0	0	95.6	86.7
		5	271.5	210.7
		10	271.5	195.5
	1000	0	95.6	70.9
		5	181.7	95.7
		10	271.5	89.5

	0	215.9	116.1
1500	5	271.5	65.7
	10	271.5	54.3

Sumber: Data Primer 2016

Dengan mengamati pengaruh dari konsentrasi Biokoagulan yang digunakan, maka dapat dibandingkan antara ketiga grafik di atas bahwa tingkat penyisihan BOD yang paling tinggi dalam pengolahan Limbah Cair Industri Tempe tercapai pada Konsentrasi Biokoagulan sebesar 1500 mg, Konsentrasi Inokulum 10 %, dan lama waktu pengendapan Limbah selama 16 hari. Hasil penelitian ini jika dilihat secara statistik tidak memberikan pengaruh nyata dalam menurunkan kandungan organik yang ada pada limbah cair tempe. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi EM4 dan penambahan konsentrasi biji Moringa Oleifera pada setiap perlakuan berbeda, sehingga jumlah mikroorganisme dalam mendegradasi kandungan organik dari setiap perlakuan berbeda pula yang kemudian mengakibatkan penurunan nilai BOD.

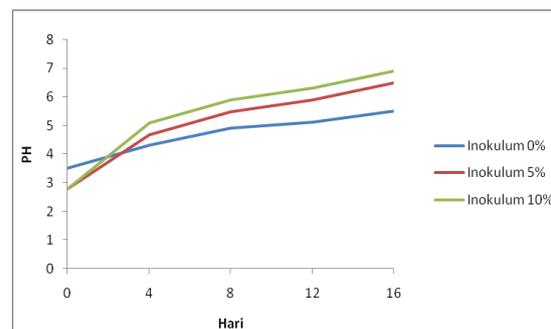
Peran EM4 sangat menentukan dalam proses menggunakan biofilter. EM4 mampu mendegradasi senyawa polutan dalam limbah dengan cepat. Mikroorganisme dalam limbah terus menerus melakukan proses metabolisme dan akan menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat memberikan dampak terhadap turunnya nilai BOD. Selain itu pengaruh filter kerikil sebagai media filter memberikan efek yang cukup signifikan karena mikroorganisme yang terdapat dalam limbah mengalami kontak yang cukup lama dengan media biofilter, sehingga terbentuklah lapisan biologis (biofilm) yang akan menguraikan kandungan organik sehingga mempengaruhi persen penurunan BOD. Pada penelitian yang dilakukan Hidayat (2011), Penggunaan biofilter aliran horizontal dengan saringan kerikil maupun pasir yang dikombinasikan dengan EM4 mampu menurunkan nilai BOD limbah cair tapioka lebih dari 90%. Perbedaan efisiensi *removal* pada penelitian ini yang hanya mencapai 74,8% dengan yang dilakukan Hidayat (2011) yang mencapai 90% disebabkan karena kemampuan mendapatkan makanan atau kemampuan metabolisme di lingkungan bervariasi, mikroorganisme yang mempunyai kemampuan adaptasi dan mendapatkan makanan dalam jumlah besar dengan kecepatan maksimum akan berkembang biak dengan cepat dan akan menjadi dominan

Fenomena yang terjadi pada proses reduksi BOD dengan Moringa Oleifera adalah proses penggabungan koloid yang mengalami destabilisasi karena adanya koagulan yang di injeksikan ke dalam air limbah melalui teori jembatan, dimana polimer alami yakni serbuk biji moringa oleifera akan bertindak sebagai jembatan. Muatan listrik limbah cair menjadi netral, gaya repulse berkurang, flok terbentuk dan mengendap. Akibatnya senyawa organik dalam limbah cair berkurang, sehingga kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi juga berkurang.

### 3) pH

Pengukuran pH Limbah cair merupakan salah satu hal yang penting dalam penelitian air karena pH merupakan salah satu factor pembatas utama bagi kelangsungan hidup biota air. Menurut effendi (2003), pH juga memiliki peranan penting pada pengolahan limbah cair yaitu mereduksi zat pencemar yang ada di dalamnya.

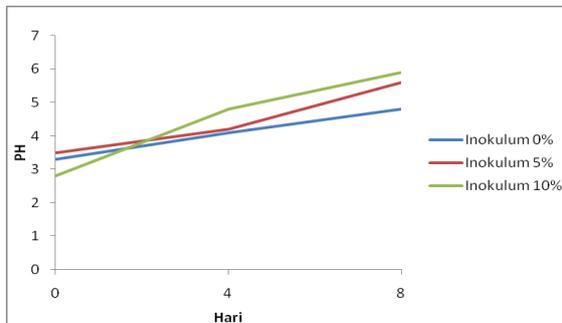
Hasil penelitian ini menunjukkan setelah 16 hari pengolahan menggunakan biofilter horizontal dengan kerikil sebagai filter yang dikombinasikan dengan penambahan konsentrasi EM4 serta penambahan konsentrasi Moringa Oleifera memberikan nilai pH tertinggi sebesar 6,9. Kemampuan Bakteri EM4 dan serbuk biji Moringa Oleifera dalam menaikkan pH Asam menjadi mendekati netral limbah cair Industri tempe dapat dilihat melalui grafik dengan menggunakan variasi pada konsentrasi biokoagulan, Konsentrasi Inokulum dan lama waktu pengendapan limbah.



**Gambar 7.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 dengan pH Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 1500 mg dan lama waktu pengendapan limbah.

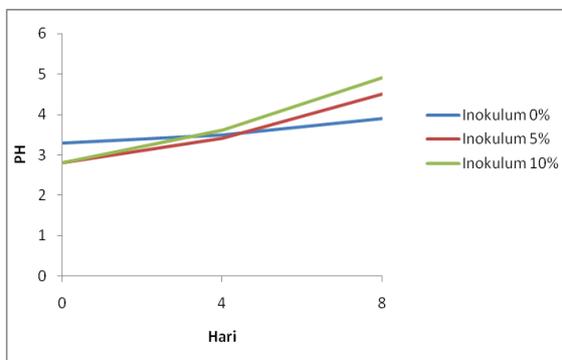
Dengan mengamati pengaruh Konsentrasi Koagulan yang digunakan dan dosis inokulum yang digunakan serta lama waktu pengendapan limbah. Dapat dilihat bahwa semakin lama

waktu yang digunakan, semakin banyak dosis biokoagulan yang digunakan serta semakin banyak dosis inokulum yang digunakan persen kenaikan pH akan semakin tinggi. Seperti terlihat pada gambar 9. kenaikan pH tertinggi dengan nilai 6,9 ada pada dosis inokulum 10 % pada lama waktu pengendapan limbah selama 16 hari.



**Gambar 8.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 dengan pH Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 1000 mg dan lama waktu pengendapan limbah.

Dari gambar 8. dapat dilihat Konsentrasi koagulan 1000 mg dengan lama waktu pengendapan limbah selama 8 hari dan dosis inokulum 10 % mengalami kenaikan pH sebesar 5,9.



**Gambar 9.** Hubungan konsentrasi Dosis Inokulum EM4 dengan pH Limbah Cair Industri Tempe pada konsentrasi Biokoagulan 0 mg dan lama waktu pengendapan limbah.

Dari gambar 7. dapat dilihat konsentrasi koagulan 0 mg dengan lama waktu pengendapan Limbah selama 8 hari dan dosis Inokulum 10 % mengalami kenaikan pH sebesar 4,9.

**Tabel 4.** Hasil Analisa pH Sebelum dan Sesudah Pengolahan

Parameter	Dosis Biji Kelor (mg)	Dosis Inokulum (% v)	Sebelum Pengolahan	Sesudah Pengolahan
pH	0	0	3.3	3.9
		5	2.8	4.5
		10	2.8	4.9
		0	3.3	4.8
		5	3.5	5.6
		10	2.8	5.9
	1500	0	3.5	5.5
		5	2.8	6.5
		10	2.8	6.9

Sumber: Data Primer 2016

Dengan mengamati pengaruh dari konsentrasi Biokoagulan yang digunakan, maka dapat dibandingkan antara ketiga gambar di atas bahwa kenaikan pH yang paling tinggi dalam pengolahan Limbah Cair Industri Tempe tercapai pada Konsentrasi Biokoagulan sebesar 1500 mg, Konsentrasi Inokulum 10 %, dan lama waktu pengendapan Limbah selama 16 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan Naiknya nilai pH pada setiap perlakuan dari asam sampai mendekati netral pada limbah diperkirakan karena aktivitas mikroorganisme baik yang terdapat dalam limbah cair tempe maupun yang ada pada EM4. Proses penguraian berjalan sempurna apabila nilai pH mendekati nilai 7. Salah satu ciri dari penguraian bahan organik adalah menghasilkan gas yang berbau amoniak (NH<sub>3</sub>). Hal ini hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Hanifah (2001) berhasil menaikkan nilai pH limbah cair tapioka sebesar 7,18 karena bakteri dalam limbah menghasilkan amoniak yang dapat menaikkan nilai pH. Selama pengolahan, bakteri asam laktat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Asam laktat digunakan oleh ragi dan jamur membentuk alkohol dan ester, sehingga nilai pH menjadi naik turun. Hal ini ditandai dari aroma limbah yang harum.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan terbaik pada pengolahan limbah cair industri tempe menggunakan biofilter horizontal yaitu konsentrasi EM4 10%, dengan penambahan dosis koagulan 1500 mg dan lama waktu pengendapan Limbah 16 hari.

#### DAFTAR PUSTAKA

Abrori, T., dkk. 2016. *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Biofilter Horizontal*. Malang:Jurnal Tidak Diterbitkan

- Harahap, S. 2013. *Pencemaran Perairan Akibat Kadar Amoniak yang Tinggi dari Limbah Cair Industri Tempe*. Riau: Jurnal Akuatika (Vol.04, No.02).
- Hidayat, N., dkk. 2012. *Optimasi Jumlah Inokulum dan Laju Aliran Terhadap Persentase Penurunan Detergen, Lipid, BOD, Dan COD Pada Sistem Biofilter Kerikil Horizontal*. Malang: Agritech Jurnal (Vol.32, No.02).
- Munawaroh, dkk. 2013. *Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan EM4serta Pemanfaatannya*. Bandung: Jurnal Insitut Teknologi Nasional (Vol.01, No.02).
- Pitriani. 2015. *The Effectiveness of EM4 Addition into Biofilter to Reduce of BOD, COD, and MPN Coliform of Hospital Wastewater*. Indonesia: International Journal of PharmTech Research (Vol.8, No.4).
- Pitriani, dkk. 2014. *Efektivitas Penambahan EM4 Pada Biofilter Anaerob-Aerob dalam Pengolahan Air Limbah RS. UNHAS*. FKIK Universitas Tadulako Palu: Jurnal Tidak Diterbitkan.
- Sutisna, M., dkk. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Menggunakan Biokoagulan Biji Moringa oleifera lam dan Saringan Pasir Cepat*. Bandung: Jurnal Insitut Teknologi Nasional (Vol. 01, No.02).