

No. Registrasi : 191140000022528

LAPORAN PENELITIAN



**KOMBINASI FITOREMEDIASI DAN KOAGULASI -
FLOKULASI DALAM MENDEGRADASI POLUTAN PADA
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

Ketua Peneliti

T. Muhammad Ashari

NIDN: 2002028301

ID Peneliti: 200202830110001

Anggota:

1. Agus Faryandi

Kategori Penelitian	Penelitian Pembinaan Kapasitas
Bidang Ilmu Kajian	Sains dan Teknologi
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2019

**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
OKTOBER 2019**

**LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M UIN AR-RANIRY TAHUN 2019**

1. a. Judul Penelitian : Kombinasi Fitoremediasi dan Koagulasi – Flokulasi dalam Mendegradasi Polutan pada Limbah Cair Industri Tahu
- b. Kategori Penelitian : Penelitian Pembinaan Kualitas
- c. No. Registrasi : 19114000022528
- d. Bidang Ilmu yang diteliti : Sains dan Teknologi

2. Peneliti/Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : T. Muhammad Ashari, M.Sc
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP(*Kosongkan bagi Non PNS*) : 19830202 201503 1 002
 - d. NIDN : 2002028301
 - e. NIPN (ID Peneliti) : 200202830110001
 - f. Pangkat/Gol. : III/B
 - g. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - h. Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi / Teknik Lingkungan

 - i. Anggota Peneliti 1
 - Nama Lengkap : Agus Faryandi
 - Jenis Kelamin : Laki-laki
 - Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi / Teknik Lingkungan

3. Lokasi Penelitian :
4. Jangka Waktu Penelitian : 7 (Tujuh) Bulan
5. Th Pelaksanaan Penelitian : 2019
6. Jumlah Biaya Penelitian : Rp. 15.000.000,-
7. Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2019
8. *Output* dan *outcome* Penelitian : a. Laporan Penelitian; b. Publikasi Ilmiah; c. HKI

Mengetahui,
Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan
LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

dto

Dr. Muhammad Maulana, M. Ag.
NIP. 197204261997031002

Banda Aceh, 17 Oktober 2019
Peneliti,

dto

T. Muhammad Ashari, M.Sc
NIDN. 2002028301

Menyetujui:
Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

dto

Prof. Dr. H. Warul Walidin, AK., MA.
NIP. 195811121985031007

PERNYATAAN

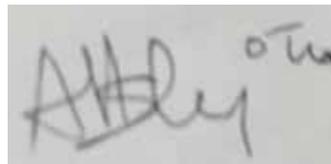
Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : **T. Muhammad Ashari, S.T., M. Sc**
NIDN : 2002028301
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/ Tgl. Lahir : Banda Aceh / 02 Februari 1983
Alamat : Jl. Ujung Batee 2, No. 15 Seutui Banda
Aceh
Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi / Teknik
Lingkungan

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang berjudul: **“Kombinasi Fitoremediasi dan Koagulasi – Flokulasi dalam Mendegradasi Polutan pada Limbah Cair Industri Tahu ”** adalah benar-benar Karya asli saya yang dihasilkan melalui kegiatan yang memenuhi kaidah dan metode ilmiah secara sistematis sesuai otonomi keilmuan dan budaya akademik serta diperoleh dari pelaksanaan penelitian yang dibiayai sepenuhnya dari DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2019. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan di dalamnya, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 30 Oktober 2019
Saya yang membuat pernyataan,
Ketua Peneliti,



T. Muhammad Ashari, S.T., M. Sc
NIDN. 2002028301

Kombinasi Fitoremediasi dan Koagulasi - Flokulasi dalam Mendegradasi Polutan pada Limbah Cair Industri Tahu

Ketua Peneliti:

T. Muhammad Ashari, S.T., M. Sc

Anggota Peneliti:

Agus Faryandi

Abstrak

Abstrak: Tahu merupakan salah satu makanan favorit di Indonesia. Industri tahu sebagian besar merupakan industri rumah tangga. Hal ini menyebabkan limbah produksi tahu tidak diolah melainkan dibuang langsung ke badan air. Limbah cair tahu ini mengandung berbagai polutan yang berbahaya jika dibuang langsung ke badan air. Diperlukan metode untuk menurunkan polutan pada limbah cair tahu hingga sesuai dengan baku mutu yang dikeluarkan oleh pemerintah. Beberapa metode diantaranya yaitu menggunakan proses fitoremediasi atau mengkombinasikannya dengan proses koagulasi dan flokulasi. Proses fitoremediasi limbah cair tahu mampu menurunkan COD dari 4000 mg/L menjadi 60 mg/L, BOD dari 1544 mg/L menjadi 20 mg/L, TSS dari 775 mg/L menjadi 150 mg/L, pH dari 4,3 menjadi 8,4. Kombinasi fitoremediasi dan koagulasi-flokulasi mampu menurunkan turbiditas dari 401 NTU menjadi 10 NTU. Rangkaian proses fitoremediasi dan koagulasi –flokulasi pada penelitian ini mampu menurunkan kadar polutan pada limbah cair tahu hingga sesuai dengan baku mutu.

Kata kunci: Limbah cair tahu, Fitoremediasi, Koagulasi - Flokulasi

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan salawat beriring salam penulis persembahkan kepangkuan alam Nabi Muhammad SAW, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Kajian Penerapan Konsep Eko-Pesantren pada Pondok Pesantren Darul Ulum, Banda Aceh”**.

Dalam proses penelitian dan penulisan laporan ini tentu banyak pihak yang ikut memberikan motivasi, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ibu Ketua LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
3. Bapak Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
4. Maysarah Bakri, M.Arch, dosen Prodi Arsitektur Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
5. Agus Faryandi yang membantu sebagai anggota peneliti
6. Manajemen Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Akhirnya hanya Allah SWT yang dapat membalas amalan mereka, semoga menjadikannya sebagai amal yang baik.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan menjadi salah satu amalan penulis yang diperhitungkan sebagai ilmu yang bermanfaat di dunia dan akhirat. *Amin ya Rabbal 'Alamin.*

Banda Aceh, 28 Oktober 2019

Ketua Peneliti,

T. Muhammad Ashari, S.T., M. Sc

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Permasalahan.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Kajian Sebelumnya yang Relevan	5
B. Limbah Cair Tahu	6
C. Karakteristik Limbah Cair Tahu.....	10
D. Baku Mutu Limbah Cair	13
E. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu.....	14
F. Pengolahan Limbah Tahu menggunakan Bahan- Bahan Alami.....	16
BAB III : METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Lokasi Penelitian	24
B. Alat dan Bahan Penelitian	25
C. Metode Kerja.....	25
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Pengamatan dan Pembahasan.....	29
BAB V : PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	47
B. Rekomendasi	48
DAFTAR PUSTAKA	49
Lampiran	52
BIODATA PENELITI	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan / atau kegiatan Pengolahan Kedelai.....	7
Tabel 3.1 Hasil Analisa sebelum dan Sesudah di Fitoremediasi.....	13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Limbah Cair Tahu di Tempat Penampungan Sementara	7
Gambar 2.2. Gambar Limbah tahu pada saluran drainase	7
Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Pembuatan Tahu	9
Gambar 2.4 Tanaman Eceng gondok.....	17
Gambar 2.5 Tanaman Eceng Gondok yang memenuhi perairan .	18
Gambar 2.6 Pohon Kelor.....	20
Gambar 2.7 Biji dan daun Kelor	21
Gambar 2.8 Biji Kelor yang sudah dihancurkan	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok.....	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan kombinasi koagulasi dan flokulasi dan Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok	27
Gambar 4.1 Bak Penampungan sementara Limbah tahu pada pabrik tahu di desa Sukaramai Kota Banda Aceh.....	30
Gambar 4.2 Limbah tahu setelah beberapa hari didiamkan	31
Gambar 4.3 Aklimatisasi tanaman Eceng gondok.....	32
Gambar 4.3 Aklimatisasi tanaman Eceng gondok.....	33

Gambar 4.4 Proses Fitoremediasi Limbah tahu dengan menggunakan tanaman Eceng gondok.....	34
Gambar 4.5 Proses Fitoremediasi Limbah tahu dengan menggunakan tanaman Eceng gondok.....	35
Gambar 4.5 Limbah Tahu setelah pengolahan dengan Fitoremediasi.....	36
Gambar 4.6 Perubahan BOD setelah difitoremediasi.....	37
Gambar 4.7 Perubahan COD setelah difitoremediasi	39
Gambar 4.8 Perubahan TSS setelah difitoremediasi.....	40
Gambar 4.9 Perubahan turbiditas setelah difitoremediasi	42
Gambar 4.10 Perubahan pH setelah difitoremediasi.....	43
Gambar 4.11 koagulasi – flokulasi menggunakan jar test	44
Gambar 4.12 Grafik penentuan dosis optimum koagulan	45
Gambar 4.7 Limbah tahu yang telah dilakukan proses Fitoremediasi koagulasi dan flokulasi	46

**Kombinasi Fitoremediasi dan Koagulasi - Flokulasi dalam
Mendegradasi Polutan pada Limbah Cair Industri Tahu**

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tahu merupakan salah satu makanan yang sangat banyak di konsumsi di Indonesia. Setiap tahun konsumsi tahu di Indonesia terus meningkat. Dalam rentang waktu 2002-2016 konsumsi tahu berada pada angka 7,3 kg/kapita/th, sedangkan dalam kurun waktu 2017-2018 diperkirakan akan meningkat sebesar 0,98% pada angka 7,88 kg/kapita/th (Setjen Pertanian, 2017). Industri tahu berkembang pesat hampir di seluruh Indonesia terutama di Pulau Jawa. Industri ini bahkan menjadi industri rumah tangga yang mudah dijumpai pada pemukiman penduduk. Karena merupakan industri rumah tangga, efisiensi pengolahan kacang kedelai menjadi tahu relatif rendah yang menyebabkan produksi rendah namun produk samping berupa limbah yang tinggi.

Limbah tahu dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat tahu berasal dari proses penyaringan dan penggumpalan kacang kedelai menjadi tahu. Limbah padat tahu cenderung tidak terlalu mengganggu karena lebih mudah penanganannya dan dimanfaatkan langsung untuk berbagai

keperluan, diantaranya untuk pakan ternak. Selain untuk pakan ternak limbah padat tahu dapat diolah untuk berbagai macam kebutuhan diantaranya adalah tempe gembus, kerupuk ampas tahu dan roti kering (Kaswinarni, 2007). Selain menghasilkan limbah padat, industri tahu juga menghasilkan limbah cair. Limbah cair industri tahu dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu (Kaswinarni, 2007).

Dari proses pembuatan tahu yang berasal dari kedelai banyak proses yang menghasilkan limbah cair. Hal ini menyebabkan jumlah limbah cair pada produksi tahu jauh lebih banyak dari limbah padat tahu. Dari 1 ton kacang kedelai yang merupakan bahan baku utama tahu, akan dihasilkan limbah cair sebanyak 30.000 – 40.000 liter (Dihayat, 1990). Industri tahu rumah tangga pada umumnya tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair tahu yang baik. Limbah cair tahu yang tidak melalui pengolahan sebagaimana mestinya dibuang ke drainase lalu mengalir ke sungai. Pembuangan limbah cair tahu ke badan air tanpa pengolahan dapat mengganggu kehidupan di air. Limbah tahu yang mengandung berbagai macam polutan dapat mengganggu kehidupan di air yang kemudian menyebabkan kerusakan ekosistem di badan air. Beberapa pencemaran yang terjadi di badan air disebabkan oleh limbah cair tahu diantaranya adalah oksigen terlarut rendah, air menjadi kotor, dan bau tidak sedap. Limbah cair tahu yang kaya bahan organik dan nutrient dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi di badan air yang kemudian menyebabkan kematian biota air.

Limbah cair tahu perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Pengolahan dilakukan agar limbah yang dilepaskan ke badan air sesuai baku mutu air limbah. Terdapat banyak pilihan teknologi untuk mengolah limbah cair tahu, diantaranya menggunakan proses fisik, kimia ataupun biologis maupun kombinasi ketiga proses tersebut. Telah banyak penelitian yang membahas pengolahan limbah cair tahu agar sesuai baku mutu. Beberapa penelitian diantaranya yaitu penggunaan arang aktif, fitoremediasi menggunakan tumbuhan, koagulasi dan flokulasi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah pengolahan dengan fitoremediasi menggunakan tanaman *Eceng gondok* efektif dalam menurunkan polutan pada limbah tahu
2. Apakah penggunaan kombinasi pengolahan dengan fitoremediasi dan koagulan alami memiliki dampak yang signifikan terhadap penurunan kadar polutan limbah cair tahu

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui Efektivitas Fitoremediasi limbah tahu Menggunakan Tanaman *Eceng gondok*

2. Mengetahui eektivitas pengolahan Dengan kombinasi koagulasi-flokulasi Dan fitoremediasi dalam menurunkan kadar TSS, COD, BOD, pH dan turbiditas

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Sebelumnya yang Relevan

Penelitian tentang pengolahan limbah cair tahu telah dilakukan oleh banyak peneliti sebelumnya. Penghilangan polutan di limbah tahu dilakukan dengan berbagai macam metode. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode pengolahan fisik, kimia biologi. Penelitian pengolahan limbah cair tahu biasanya dilakukan dengan metode sederhana dan mudah agar dapat diterapkan pada industri prmbuatan tahu.

Coniwanti (2013) telah melakukan penelitian untuk mengurangi turbiditas dan COD pada industri tahu dengan menggunakan beberapa koagulan. Koagulan yang digunakan yaitu biji kelor, biji asam jawa dan PAC. Pada koagulan biji asam jawa dosis optimum yang diperoleh adalah 3000 mg/l bisa menurunkan turbidity hingga mencapai 59 NTU, COD sebesar 261 mg/l dan TSS sebesar 194 mg/l. Sedangkan pada koagulan menggunakan biji kelor diperoleh dosis optimum pada 1000 mg/l serta mampu menurunkan turbiditas sebesar 52 NTU dan COD 299 mg/L.

Sungkowo (2015) mengkombinasikan dua tanaman yaitu eceng gondok dan *Typha Latifolia*, untuk menurunkan kadar COD pada limbah industri tahu. Dari penelitian tersebut diperoleh efeisiensi penyisihan COD berkisar 74,07-92,42 %. Sedangkan Ratnani (2012) melakukan penelitian dengan menguji kemampuan

tanaman eceng gondok dan kombinasinya menggunakan lumpur aktif dalam menurunkan kadar COD pada industri tahu. Ratnani (2012) menemukan bahwa kombinasi eceng gondok mampu menurunkan kadar COD hingga 287 mg/L setelah analisa selama 22hari.

Ketiga penelitian yang disebutkan diatas tidak melakukan seluruh analisa sesuai baku mutu yang di tetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup pada tahun 2014. Coniwanti (2013) melakukan analisa COD dan turbiditas. Sedangkan Sungkowo (2015) dan Ratnani (2012) hanya menganalisa COD. Pada penelitian yang akan dilakukan, dilakukan analisa terhadap seluruh parameter yang ditetapkan oleh Kemen LH tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair industry olahan kedelai. Analisa yang akan dilakukan adalah Turbiditas, TSS, COD BOD dan pH.

B. Limbah Cair Tahu

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Limbah adalah: *Bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembuatan atau pemakaian.* Dari pengertian ini, limbah dapat diartikan sebagai sisa produksi yang tidak digunakan dan dapat mencemari lingkungan jika yang terkandung di dalamnya melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Sedangkan limbah cair adalah cairan sisa produksi yang dihasilkan dari proses produksi yang mengandung banyak bahan berbahaya yang dapat merusak lingkungan. Limbah cair tahu merupakan sisa produksi industri tahu yang didalamnya

mengandung bahan pencemar bagi lingkungan jika dilepaskan ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai.



Gambar 2.1. Limbah Cair Tahu di Tempat Penampungan Sementara

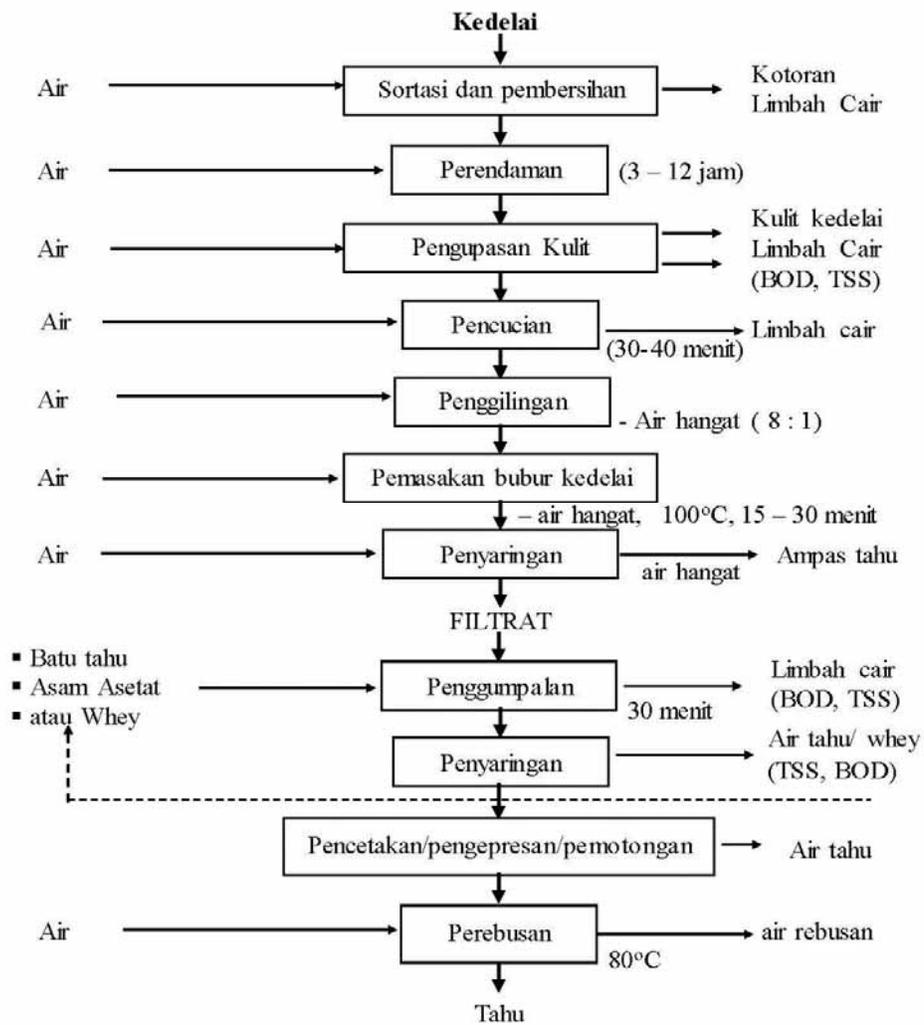
(rivandanekey.com, 2019)



Gambar 2.1. Gambar Limbah tahu pada saluran drainase
(rivandanekey.com, 2019)

Tahu merupakan makanan yang bahan utama berasal dari kedelai. Proses pembuatan kedelai menjadi tahu membutuhkan banyak air. Penggunaan air inilah yang kemudian menghasilkan limbah cair tahu. Proses pembuatan tahu yang menghasilkan limbah cair yaitu pada sortasi dan pembersihan; pengupasan kulit; pencucian; penggumpalan dan penyaringan. Skema proses pembuatan tahu dan asal limbah cair tahu dapat dilihat pada gambar 2.1. Dalam limbah cair tahu, kandungan protein, lemak dan karbohidrat sangat tinggi. Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa organik yang menyebabkan nilai COD dan BOD pada limbah cair tahu tinggi yang kemudian akan mempengaruhi keadaan lingkungan perairan (Raliby dkk, 2009)

Dari gambar 2.1 dapat dilihat bahwa limbah cair tahu mengandung kadar TSS (Total Suspended Solid), Biological Oxygen Demand (BOD). Tidak hanya TSS dan BOD, limbah tahu juga banyak mengandung polutan lainnya, menurut (Buana, 1996) limbah cair industri tahu di daerah Semanan mengandung kadar BOD 5 mencapai 1324 mg/l, COD 6698 mg/l, NH₄ 84,4 mg/l, nitrat 1,76 mg/l dan nitrit 0,17 mg/l. Angka-angka ini jauh dari baku mutu air limbah yang boleh dilepas ke badan air.



Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Pembuatan Tahu (BBPT 2017)

Kadar pencemar pada limbah cair industri tahu berbeda antara satu tempat dengan tempat lain. Banyak faktor yang mempengaruhi kadar pencemar limbah cair industri tahu yang dibuang ke lingkungan. Beberapa diantaranya yaitu metode pembuatan tahu, kapasitas produksi tahu, teknik pembuatan tahu, dan kesadaran pengusaha tahu dalam mengolah limbah cair tahu. Kapasitas produksi tahu sangat mempengaruhi kadar limbah cair tahu, makin besar kapasitas produksi tahu maka limbah yang dihasilkan akan semakin besar.

C. Karakteristik Limbah Cair Tahu

Secara umum limbah cair memiliki tiga karakteristik yaitu karakteristik kimia, fisika dan biologis. Namun limbah cair tahu memiliki dua karakteristik yaitu karakteristik kimia dan karakteristik fisika. Karakteristik biologis pada limbah cair tahu tidak langsung ada, kecuali limbah cair tersebut sudah tersimpan dalam jangka waktu lama hingga terjadi proses biologis oleh bakteri. Dalam limbah tahu yang termasuk karakteristik kimia adalah zat organik, zat anorganik dan gas. Sedangkan yang termasuk karakteristik fisika yaitu Total Suspended Solid (TSS), Total Dissolved Solid (TDS), suhu, warna, derajat keasaman dan bau.

Beberapa parameter yang penting pada karakteristik fisika yaitu:

- a. TSS

Total Suspended solid adalah padatan yang tersuspensi pada limbah cair tahu baik itu bahan organik maupun anorganik tersuspensi dalam limbah cair tahu. Padatan ini tidak larut dan membutuhkan waktu yang lama untuk mengendap. Padatan tersebut terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya sangat kecil. Padatan yang tersuspensi ini merupakan salah satu penyebab kekeruhan pada limbah cair tahu.

b. TDS

TDS merupakan zat-zat terlarut yang terdapat dalam limbah cair tahu. Zat-zat terlarut ini dapat berupa zat organik maupun zat anorganik, mineral dan garam-garamnya. Penyebab terjadinya TDS adalah ion-ion yang larut dalam limbah cair tersebut

c. Kekeruhan (Turbiditas)

Kekeruhan pada limbah cair tahu disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, zat padat ini dapat berupa zat organik maupun anorganik yang mengapung dalam air. Turbiditas pada zat cair merupakan sifat optis yang membiaskan cahaya ke dalam air, kekeruhan dapat menyebabkan

terjadinya cahaya tidak bisa masuk ke dalam air. Jika terdapat kekeruhan yang tinggi di perairan, biota air dapat mengalami kematian.

Beberapa parameter yang penting pada karakteristik kimia adalah:

a. Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD merupakan jumlah oksigen yang terlarut dalam air yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk mengoksidasi bahan buangan dalam air oleh mikroorganisme. Nilai BOD bukan merupakan nilai jumlah bahan organik yang terdapat dalam air, namun hanya untuk mengukur jumlah oksigen relatif yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan.

b. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah jumlah kebutuhan oksigen kimia dalam air untuk mengoksidasi senyawa terlarut dan partikel organik pada air. Tingkat COD yang tinggi merupakan salah satu penanda bahwa air tersebut tercemar. Semakin tinggi nilai COD, maka jumlah bahan organik yang teroksidasi semakin tinggi sehingga nilai Oksigen terlarut dalam air (DO) semakin rendah. Kadar DO yang rendah menyebabkan kondisi di perairan menjadi kondisi anaerob sehingga menimbulkan permasalahan di perairan. Pada limbah cair tahu, nilai COD yang tinggi berasal dari proses sortasi dan pencucian

c. pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman merupakan parameter konsentrasi ion H^+ dalam air. Semakin tinggi konsentrasinya maka, nilai pH semakin tinggi. pH dapat mempengaruhi kehidupan di perairan apabila terlalu tinggi atau terlalu rendah, pH yang normal berkisar antara 6 – 8. Limbah cair tahu mengandung asam, yaitu asam cuka. Limbah cair tahu yang bersifat asam ini dapat mengganggu kehidupan biota air.

2.4 Baku Mutu Limbah Cair

Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia mengeluarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (Permen LH) Nomor 5 tahun 2014 yang mengatur berbagai macam baku mutu limbah cair yang diperbolehkan untuk dialirkan di badan air. Permen LH ini dianggap penting karena mengatur ambang batas limbah cair yang boleh dilepaskan ke badan air, dengan Permen LH ini perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dapat terjaga dan terjamin mutunya. Permen LH nomor 5 tahun 2014 mengatur baku mutu limbah cair 42 jenis industri dan ditambah perhotelan, fasilitas pelayanan kesehatan, rumah pemotongan hewan serta kawasan domestik. Salah satu industri yang diatur adalah industri pengolahan kedelai menjadi tahu. Baku mutu limbah cair Industri tahu dapat dilihat pada tabel 2.1 (Permen LH, 2014).

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan / atau kegiatan Pengolahan Kedelai

Parameter	Limbah Cair Industri Tahu	
	Satuan	Kadar
BOD	mg/L	150
COD	mg/L	300
TSS	mg/L	200
pH	-	6 - 9

Bagi pelaku industri tahu Baku mutu yang sudah ditetapkan dalam Permen LH harus dilaksanakan. Dengan adanya peraturan ini, setiap pelaku industri tahu harus melakukan pemantauan limbah cair mereka setiap bulannya dan melakukan pelaporan hasil pemantauan mereka setiap 3 bulan. Laporan tersebut memuat Debit air limbah harian, Bahan baku dan produksinya, kadar parameter baku mutu limbah cair dan penghitungan beban air limbah (Permen LH, 2014). Untuk mencapai baku mutu yang sesuai dengan Permen LH 2014 ini, setiap pelaku industri tahu harus mengolah terlebih dahulu limbah cair tahu sebelum di buang ke badan air.

E. Pengolahan Limbah Cair industri Tahu

Industri tahu berkembang pesat di wilayah Indonesia bahkan hingga ke wilayah pedesaan. Sebagian besar pelaku industri tahu

merupakan industri rumahan (*home industry*). Pelaku industri tahu banyak yang tidak paham dan kesulitan dalam mengelola limbah cair tahu mereka, namun di lain pihak pelaku industri tahu harus menjalankan Permen LH 2014 tentang baku mutu limbah cair. Oleh karena itu perlu adanya metode atau proses pengolahan limbah cair industri tahu yang sederhana dan dapat diterapkan oleh seluruh pelaku industri tahu.

Banyak metode telah digunakan untuk menurunkan kadar pencemar pada limbah cair industri tahu. Beberapa contoh pengolahan limbah cair tahu yaitu:

a. Metode Koagulasi dan flokulasi

Salah satu metode untuk mengolah limbah cair adalah dengan menggunakan proses koagulasi – flokulasi. Polutan pada limbah cair dapat berupa banyak partikel-partikel koloid kecil yang saling tolak menolak dan membutuhkan waktu lama untuk mengendap. Pada proses koagulasi partikel-partikel kecil koloid ini bergabung dan membentuk partikel yang lebih besar dengan bantuan koagulan dan pengadukan lambat. Sedangkan pada proses flokulasi dengan bantuan pengadukan lambat Gabungan Partikel-partikel kecil ini mengendap sehingga polutan pada limbah cair tersebut berkurang. Pada umumnya zat koagulan yang digunakan berupa zat kimia seperti tawas, PAC, feri sulfat atau feriklorida. Penggunaan zat kimia sebagai koagulan terkadang dapat memberikan efek negatif bagi

lingkungan, sisa endapan masih mengandung zat kimia tersebut dan dapat berbahaya bagi lingkungan. Salah satu metode yang digunakan untuk menggantikan zat kimia sebagai koagulan adalah penggunaan koagulan alami seperti biji asam atau biji kelor.

b. Fitoremediasi

Fitoremediasi menggunakan tanaman air telah digunakan untuk mengurangi polutan dari berbagai limbah cair. Salah tanaman yang digunakan adalah tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). Eceng Gondok merupakan tanaman air dan dikategorikan sebagai gulma karena pertumbuhannya sangat cepat dan dapat mengganggu ekosistem air. Eceng Gondok telah digunakan untuk meremediasi limbah cair karena kemampuannya untuk menyerap zat organik, zat anorganik serta logam berat yang merupakan polutan pada limbah cair (Djo, 2017).

F. Pengolahan Limbah tahu menggunakan Bahan-Bahan Alami

Pengolahan limbah tahu dapat dilakukan dengan cara alami menggunakan tanaman. Banyak tanaman maupun buah yang dapat digunakan untuk mengolah limbah. Terdapat berbagai metode pengolahan beberapa diantaranya menggunakan metode fitoremediasi, koagulasi-flokulasi, *constructed wetlands*, dan beberapa metode lain.

a. Penggunaan tanaman Eceng Gondok sebagai tanaman fitoremediasi

Eceng Gondok merupakan tanaman air mengapung yang sangat banyak tumbuh di danau, sungai, rawa maupun perairan lainnya di daerah-daerah Indonesia. Eceng gondok tumbuh dengan mengapung di perairan. Tanaman dengan nama latin *Eichhornia Crassipes* dapat tumbuh dengan sangat cepat sehingga dapat menutupi daerah perairan. Tanaman Eceng Gondok dapat dikategorikan sebagai tanaman gulma karena pertumbuhan yang sangat cepat. Pertumbuhan yang sangat cepat ini menyebabkan gangguan pada perairan. Tanaman ini menyerap banyak kandungan oksigen di perairan sehingga mengganggu kehidupan biota perairan. Pertumbuhan yang sangat cepat dari tanaman Eceng gondok hingga menutupi perairan kemudian menghalangi sinar matahari masuk ke perairan. Gambar 2.5 menampilkan bagaimana tanama ini memenuhi perairan.



Gambar 2.4 Tanaman Eceng gondok



Gambar 2.5 Tanaman Eceng Gondok yang memenuhi perairan

Adapun klasifikasi Eceng gondok adalah sebagai berikut :

- Kerajaan: Plantae
- Divisi: Magnoliophyta
- Kelas: Liliopsida
- Ordo: Commeliales
- Famili: Pontederiaceae
- Genus: Eichhornia, Kunth
- Spesies: E. Crassipes

Tanaman Eceng gondok dapat tumbuh dengan cepat di perairan. Karena kemampuannya ini tanaman Eceng gondok dapat dimanfaatkan untuk fitoremediasi limbah dan medekontaminasi limbah. Eceng gondok memiliki kemampuan menyerap zat organik, zat anorganik dan berbagai macam logam berat serta bahan pencemar lainnya. Tanaman Eceng gondok memiliki kemampuan untuk mengkhelat logam dalam jumlah besar. Kemampuan untuk menyerap logam berat ini berasal dari pembentukan fitokelatin yang kemudian membentuk senyawa peptide untuk menyerap logam berat (setyowati, 2015).

Eceng gondok telah banyak digunakan sebagai salah satu tanaman dalam memfitoremediasi limbah cair. Menurut Djo, 2017, Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok mampu menurunkan kadar COD hingga 42,86 %, Cu 68%, Cr 42,4 % pada limbah cair laboratorium. Pada penelitian lain,

kandungan fosfat pada limbah cair laundry mampu turun hingga 117% setelah fitoremediasi dengan tanaman Eceng gondok selama 20 hari (Steffany, 2013)

b. Biji Kelor sebagai Biokoagulan

Pohon Kelor atau dalam bahasa latin *Moringa Oleifera* merupakan tumbuhan yang yang disebut tanaman ajaib. Disebut demikian karena hampir seluruh bagian dari tanaman ini dapat digunakan dan memiliki fungsi yang penting bagi manusia. Pohon Kelor dapat tumbuh dengan cepat, berbunga sepanjang tahun serta dapat tumbuh di daerah dengan panas yang ekstrim. Kelor dapat tumbuh dengan cepat, berbunga sepanjang tahun. Pohon Kelor berasal dari daerah Asia Selatan, dan kemudian telah tersebar ke seluruh penjuru dunia terutama di daerah tropis dan subtropis.

Pohon kelor telah dinobatkan oleh WHO sebagai pohon ajaib. Pohon kelor memiliki kandungan vitamin, calcium, asam folat, magnesium dan berbagai kandungan lain yang sangat berguna bagi manusia. Daun kelor dapat dimanfaatkan sebagai sayuran. Biji kelor dapat Buah kelor akan menghasilkan biji yang dapat dibuat tepung atau minyak sebagai bahan baku pembuatan obat dan kosmetik bernilai tinggi. Selain itu biji kelor dapat berfungsi sebagai koagulan dan penjernihan air permukaan (air kolam, air sungai, air danau sampai ke air sungai).



Gambar 2.6 Pohon Kelor

Adapun Klasifikasi Ilmiah Pohon kelor adalah :

- Kingdom : Plantae
- Divisio : Magnoliophyta
- Class : Magnoliopsida
- Ordo : Brassicales
- Famili : Moringaceae
- Genus : Moringa
- Spesies : *Moringa oleifera* L.



Gambar 2.7 Biji dan daun Kelor

Penelitian penggunaan biji kelor sebagai biokoagulan telah banyak dilakukan. Prosedur yang dilakukan untuk pembuatan biokoagulan, biji kelor dihaluskan hingga mencapai ukuran 100mesh. Untuk mencapai ukuran 100 mesh, biji kelor yang telah dihancurkan dijemur atau dimasukkan kedalam oven agar kering dan mudah untuk dihancurkan. Biji kelor yang sudah berbentuk serbuk ini kemudian dimasukkan kedalam reaktor koagulasi-flokulasi sebagai koagulan. Serbuk biji kelor dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini



Gambar 2.8 Biji Kelor yang sudah dihancurkan

Sari dkk (2016) menggunakan serbuk biji kelor untuk menjernihkan air payau. Dari penelitian ini, biokoagulan biji kelor mampu menurunkan kadar warna, klorida, kesadahan, zat organik, TDS, pH, besi, mangan, nitrat, tembaga, seng dan sulfat setelah dilakukan proses koagulasi flokulasi. Sementara itu dari penelitian yang dilakukan oleh Wibawarto (2017), biji kelor digunakan untuk koagulan limbah domestik. Dari hasil penelitian yang mereka lakukan, diperoleh nilai turbiditas mengalami penurunan sebesar 117 NTU. Nilai turbiditas limbah domestic pada penelitian mereka yaitu sebesar 126 NTU, setelah dilakukan proses koagulasi flokulasi turbiditas turun menjadi 9 NTU. Sementara itu untuk nilai TSS pada limbah domestik, sebelum dilakukan proses koagulasi dan

flokulasi, nilai TSS adalah 215 mg/L dan setelah dilakukan proses koagulasi flokulasi menggunakan bij kelor TSS turun menjadi 31 mg/L.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan eksperimen terhadap bahan penelitian yaitu limbah cair tahu. Limbah cair tahu akan diproses dengan metode koagulasi dan flokulasi, fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok dan kemudian kombinasi keduanya. Hasil dari ketiga proses diatas akan dianalisa sesuai dengan baku mutu limbah cair industry olahan kedelai, yaitu Turbiditas, TSS, COD, BOD dan pH.

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan selama 4 bulan, yaitu 1 bulan pertama untuk analisa awal limbah tahu, bulan kedua untuk melakukan proses koagulasi dan flokulasi serta penumbuhan tanaman eceng gondok pada limbah cair tahu. Bulan ketiga dilakukan untuk menganalisa hasil penelitian serta bulan ketiga pembuatan laporan dan studi lilteratur.

Adapun lokasi penelitian ini, akan dilakukan di kota Banda Aceh pada Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi. Analisa hasil penelitian akan dilakukan bekerjasama dengan laboratorium Fakultas Teknik Kimia Unsyiah.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kaca aquarium untuk reaktor koagulasi dan flokulasi serta untuk tempat

untuk menanam eceng gondok. Alat lainnya yaitu pengaduk listrik, oven listrik, tanur, cawan petri, desikator, neraca analitik, pH indicator, stirrer, shaker, kertas saring, kertas whatman, beker glass, Erlenmeyer, dan peralatan gelas lainnya.

Bahan utama penelitian yaitu limbah tahu akan diperoleh dari pabrik tahu di sekitaran kota Banda Aceh dan Aceh Besar. Sedangkan bahan lainnya yaitu biji kelor sebagai koagulan dan tanaman eceng gondok sebagai tanaman fitoremediasi.

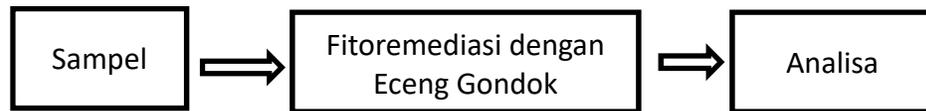
C. Metode Kerja

Sebelum proses koagulasi dan flokulasi serta fitoremediasi dilakukan, dilakukan analisa awal sampel limbah tahu, analisa yang dilakukan adalah analisa nilai TSS, pH, COD, BOD dan turbiditas pada limbah tersebut. Tumbuhan Enceng Gondok sebelum dimasukkan kedalam reactor limbah tahu, dilakukan aklimatisasi selama 7 hari. Aklimatisasi dilakukan dengan menggunakan air sungai tempat tumbuh tanaman enceng gondok, lalu kombinasi air sungai dan air limbah tahu. Aklimatisasi dilakukan agar tanaman enceng gondok dapat menyesuaikan dengan limbah tahu.

Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok

1. Pembuatan reaktor untuk tempat fitoremediasi dengan kapasitas 30 liter
2. Limbah cair tahu yang diperoleh dari industry tahu dimasukkan ke dalam reaktor untuk dilakukan proses pengolahan fitoremediasi dengan tumbuhan eceng gondok.
3. Dimasukkan tumbuhan eceng gondok kedalam reaktor yang sudah terisi limbah cair tahu.

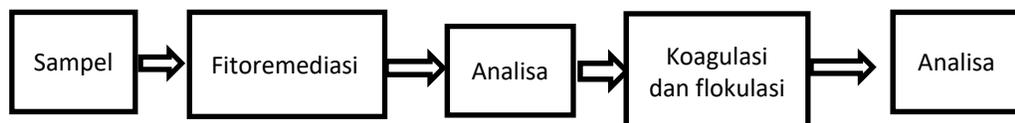
4. Reaktor yang sudah terisi limbah cair tahu dianalisa pada hari setiap 10 hari sekali yaitu pada H-0, H-7, H-14, H-21 parameter yang dianalisa adalah TSS, pH, COD, BOD dan turbiditas



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok

Kombinasi pengolahan koagulasi dan flokulasi dengan fitoremediasi menggunakan Tanaman Eceng Gondok

1. Pembuatan reaktor untuk tempat fitoremediasi dengan kapasitas 30 liter
2. Reaktor yang sudah terisi limbah cair tahu dianalisa pada hari setiap 7 hari sekali yaitu pada H-0, H-7, H-14, H-21 parameter yang dianalisa adalah TSS, pH, COD, BOD dan turbiditas
3. Proses koagulasi dan flokulasi terhadap sampel limbah cair tahu dengan menggunakan koagulan biji kelor
4. Hasil koagulasi-flokulasi di analisa TSS, pH, COD, BOD dan turbiditas



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan kombinasi koagulasi dan flokulasi dan Fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok

BAB IV

PEMBAHASAN

Analisa yang pertama dilakukan adalah analisa sampel sebelum dilakukan proses, diperoleh kandungan limbah cair tahu. Dari hasil analisa diperoleh kandungan BOD, COD, TSS, Turbiditas dan pH. Hasil ini penting untuk dibandingkan dengan baku mutu limbah industri olahan kedelai yang dikeluarkan oleh kemen LH.

Analisa kedua adalah nilai dari jar tes yang dilakukan, hasil dari jar tes berfungsi untuk menentukan kondisi yang tepat untuk proses koagulasi dan flokulasi. Setelah dilakukan proses jar tes, dilakukan proses koagulasi dan flokulasi dengan menggunakan koagulan biji kelor yang telah dihaluskan. Setelah proses koagulasi dan flokulasi selesai, dilakukan analisa BOD, COD, TSS, Turbiditas dan pH. Dari hasil analisa diketahui apakah proses koagulasi dan flokulasi dapat menurunkan kadar polutan pada limbah tahu dan parameter mana yang turun kadar polutannya. Pada proses selanjutnya yang dianalisa adalah hasil dari proses fitoremediasi, untuk menentukan kadar polutan yang berubah pada limbah cair tahu.

Proses yang terakhir adalah analisa terhadap kombinasi proses koagulasi – flokulasi dan fitoremediasi. Pada analisa ini akan diperoleh dan dibandingkan apakah kombinasi kedua proses ini akan mampu menurunkan kadar polutan lebih baik daripada hanya masing-masing proses saja.

A. Hasil Pengamatan dan Pembahasan

Dari hasil pengamatan pada pabrik tahu di desa Sukaramai Kecamatan Baiturrahman kota Banda Aceh, diperoleh informasi bahwa limbah cair tahu ditampung pada tempat penampungan. Gambar tempat penampungan pada pabrik tahu di desa Sukaramai dapat dilihat pada gambar 4.1. Tempat penampungan ini hanya bersifat sementara, setelah tempat penampungan tersebut penuh, air langsung mengalir ke badan air yaitu sungai Krueng Daroy. Kondisi ini sangat tidak ideal, karena limbah cair tahu langsung dibuang ke badan air tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Pelaku usaha industri tahu juga tidak melakukan analisa apapun terhadap limbah cair yang mereka buang ke badan air. Air limbah yang dibuang tentu banyak mengandung polutan dan zat organik serta anorganik. Pembuangan limbah tahu langsung ke badan air dapat mengakibatkan sungai menjadi tercemar dan membuat biota di badan air terganggu bahkan menyebabkan kematian.



Gambar 4.1 Bak Penampungan sementara Limbah tahu pada pabrik tahu di desa Sukaramai Kota Banda Aceh

Limbah cair tahu pada bak penampungan sementara berwarna kuning muda, dan pada tahap awal belum terjadi aktivitas mikroorganisme. Setelah didiamkan beberapa hari, warna limbah cair tahu berubah menjadi lebih gelap dan terbentuknya gelembung gas pada limbah tersebut (gambar 4.2.)



Gambar 4.2 Limbah tahu setelah beberapa hari didiamkan

- **Fitoremediasi Limbah Tahu**

Limbah Tahu pada penelitian ini diambil dari pabrik pembuatan tahu di desa Sukaramai, kecamatan Baiturrahman Kota Banda Aceh. Tumbuhan remediasi yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman Enceng Gondok, yang diperoleh dari sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh. Sebelum dilakukan proses fitoremediasi dengan menggunakan tanaman Enceng Gondok, dilakukan proses Aklimatisasi. Proses ini dilakukan agar tanaman Enceng Gondok bisa menyesuaikan diri dengan kondisi baru. Aklimatisasi dilakukan selama 7 hari dengan metode menumbuhkan

tanaman tersebut pada campuran air sungai dan air limbah tahu.
Proses aklimatisasi dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4. berikut



Gambar 4.3 Aklimatisasi tanaman Eceng gondok

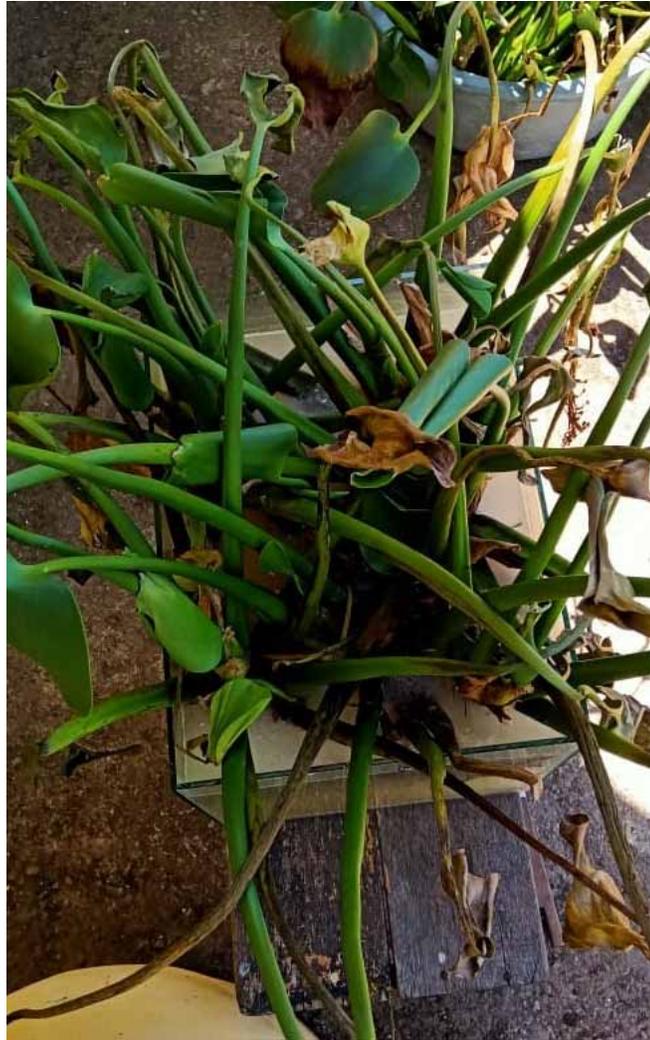


Gambar 4.3 Aklimatisasi tanaman Eceng gondok

Setelah proses aklimatisasi, tanaman Eceng Gondok siap untuk difitoremediasi. Fitoremediasi dilakukan di dalam kaca berbentuk seperti akuarium. Jumlah air limbah tahu yang dimasukkan dalam reaktor fitoremediasi berjumlah 30 Liter, dan tanaman Eceng gondok seberat 1,5kg. Gambar proses fitoremedias limbah tahu menggunakan tanaman Eceng Gondok dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Proses Fitoremediasi Limbah tahu dengan menggunakan tanaman Eceng gondok



Gambar 4.4 Proses Fitoremediasi Limbah tahu dengan menggunakan tanaman Eceng gondok

Setelah fitoremediasi selama 21 hari, proses fitoremediasi dihentikan. Selama masa fitoremedias, limbah tahu di analisa pada

jangka waktu 0 hari, 7 hari, 14 hari dan pada hari 21 hari. Hasil fitoremediasi dapat dilihat pada gambar 4.5.



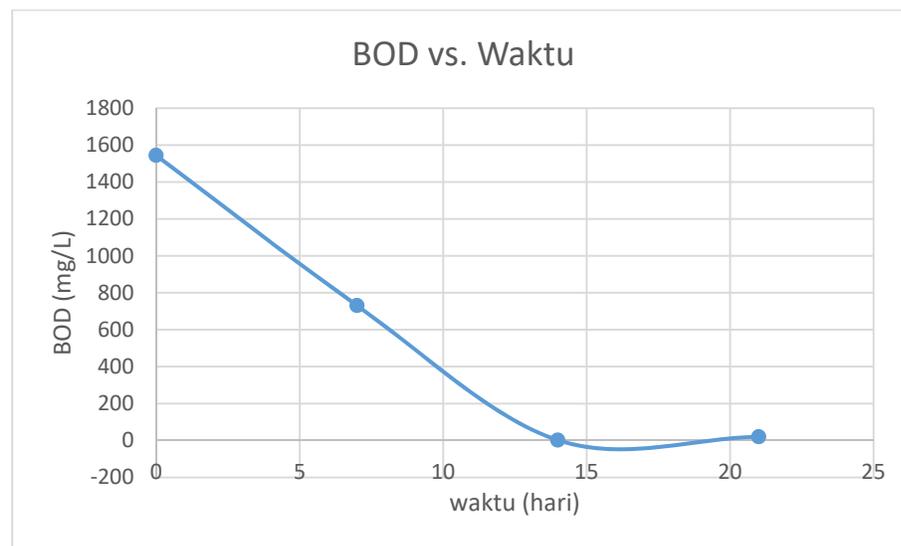
Gambar 4.5 Limbah Tahu setelah pengolahan dengan fitoremediasi

Untuk analisa awal, dilakukan analisa BOD, COD, TSS, pH, Turbiditas limbah tahu. Analisa selanjutnya dilakukan setelah proses fitoremediasi sudah berjalan selama 7 hari, 14 hari dan 21 hari. Adapun hasil analisa pada hari 0 dan hari ke 7 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Analisa sebelum dan sesudah di fitoremediasi

No	Parameter	Unit	Hasil Analisa			
			0 Hari	7 Hari	14 hari	21 hari
1	BOD	mg/L	1544	731	1,7	20,3
2	COD	mg/L	4000	2000	4	60
3	TSS	mg/L	775	452	200	150
4	Turbiditas	NTU	401	363	80	36
5	pH		4.3	6,7	7,4	8,4

- BOD



Gambar 4.6 Perubahan BOD setelah difitoremediasi

Dari hasil analisa awal limbah sawit, diperoleh nilai BOD sebesar 1544 mg/L, nilai ini masih sangat tinggi dan jauh diatas baku mutu limbah cair yaitu sebesar 150 mg/L. Nilai BOD merupakan jumlah oksigen terlarut dalam air yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik yang terdapat pada limbah. Semakin tinggi nilai BOD bisa menandakan bahwa air makin tercemar karena makin banyak kandungan organik yang terdapat pada air tersebut. Setelah dilakukan proses fitoremediasi selama 7 hari, kandungan BOD pada penelitian ini turun menjadi 731 mg/L terjadi penurunan sebesar 47% kadar BOD pada limbah tahu yang difitoremediasi oleh tanaman enceng gondok. Penurunan ini disebabkan tanaman enceng gondok menyerap kandungan organik pada limbah tahu.

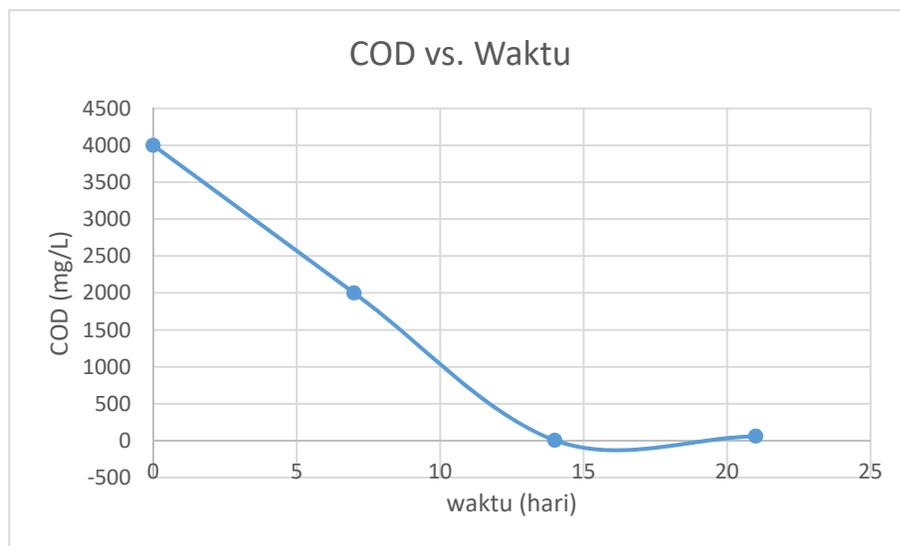
Setelah dilakukan fitoremediasi selama 14 hari nilai BOD mencapai 4 mg/L angka ini sudah jauh dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Nilai BOD yang dibawah baku mutu ini menandakan proses fitoremediasi dengan tanaman enceng gondok mampu menurunkan kadar BOD hingga sesuai baku mutu.

Setelah fitoremediasi selama 21 hari, nilai BOD naik dari sebelumnya 4 mg/L menjadi 20,3 mg/L. Kenaikan nilai BOD bisa disebabkan beberapa hal, diantaranya adalah kesalahan pada saat menganalisa BOD. Kemungkinan lain naiknya nilai BOD adalah pada hari ke 14 ini, tumbuhan enceng gondok sudah banyak yang menguning dan ada yang sudah mati. Matinya tumbuhan enceng gondok ini membuat partikel polutan pada limbah tahu yang

sebelumnya menempel pada akar tanaman menjadi lepas dan kembali pada limbah.

Berdasarkan baku mutu limbah cair, nilai batas BOD limbah cair tahu adalah 150 mg/L, pada hari terakhir penelitian ini nilai BOD adalah 20.3 mg/L yang masih dibawah baku mutu limbah cair tahu dan sudah layak dibuang ke badan air.

- COD



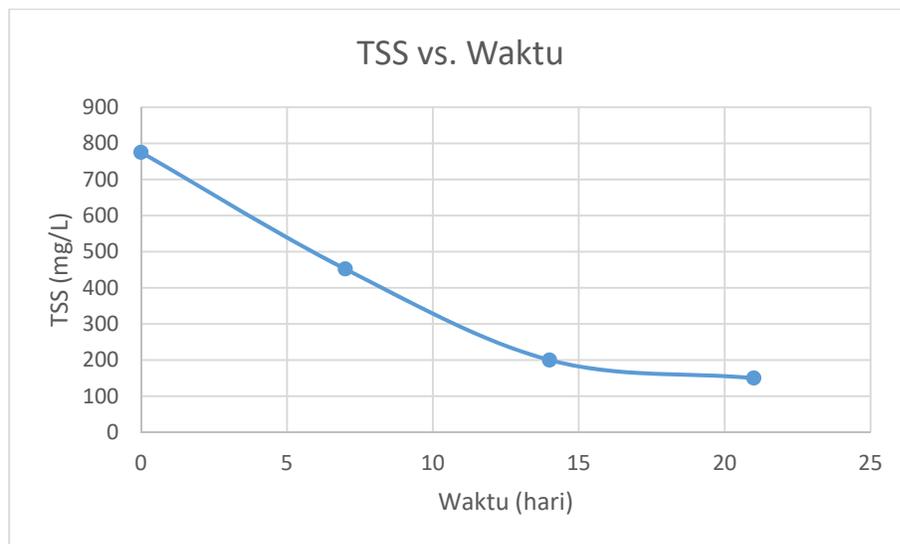
Gambar 4.7 Perubahan COD setelah difitoremediasi

COD atau Chemical Oxygen Demand adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air oleh zat kimia dalam air. Semakin tinggi nilai COD berarti kadar polutan dalam air semakin tinggi. Dalam penelitian ini kadar COD awal adalah 4000 mg/L setelah fitoremediasi selama 7 hari terjadi penurunan sebesar 2000 mg/L, terjadi penurunan kadar COD sebesar 50%. Setelah dilakukan

fitoremediasi selama 14 hari nilai COD turun menjadi 4 mg/L. Pada hari ke 14 ini, COD pada limbah cair tahu sudah dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah yang berarti sudah aman untuk dibuang ke perairan.

Setelah 14 hari di fitoremediasi oleh tanaman enceng gondok, kadar COD pada limbah tahu naik dari 4 mg/L menjadi 60 mg/L. Serupa dengan penjelasan pada BOD, kemungkinan terjadinya kenaikan bisa disebabkan oleh kesalahan analisa COD atau karena kematian sebagian tanaman Enceng Gondok. Walaupun terjadi kenaikan kadar COD dari 4 mg/L ke 60 mg/L namun masih dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah

- TSS



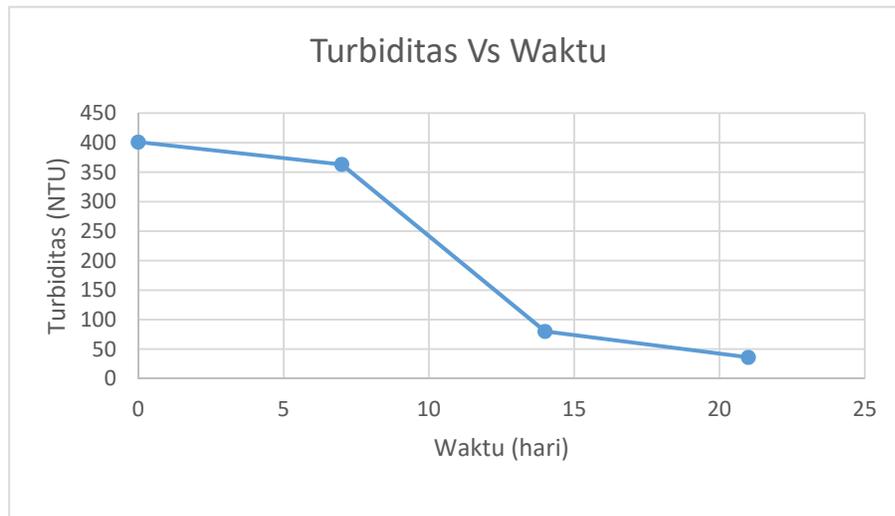
Gambar 4.8 Perubahan TSS setelah difitoremediasi

TSS atau Total Suspended Solids adalah jumlah seluruh padatan yang terdapat pada larutan yang tidak terlarut namun tersuspensi. Semakin tinggi nilai TSS menandakan sebanyak padatan baik organik maupun anorganik tersuspensi yang terdapat pada cairan tersebut yang juga dapat menandakan banyaknya jumlah pencemar pada cairan. Pada penelitian ini nilai TSS pada limbah tahu sebelum difitoremediasi adalah 775 mg/L dan setelah difitoremediasi turun menjadi 452 mg/L, terjadi penurunan sebesar 58 %.

Setelah di remediasi selama 21 hari kadar TSS turun menjadi 150 mg/L, angka ini menandakan limbah tahu sudah dapat dibuang ke badan air karena sudah sama dengan baku maksimal yang ditetapkan oleh kementerian LH 2014.

- Turbiditas

Turbiditas adalah angka kekeruhan air, semakin tinggi kekeruhan air menandakan semakin banyak partikel koloid dalam air yang dapat mengganggu pencahayaan dalam air. Gambar 4.3 dibawah menunjukkan perubahan tubiditas pada penelitian ini.



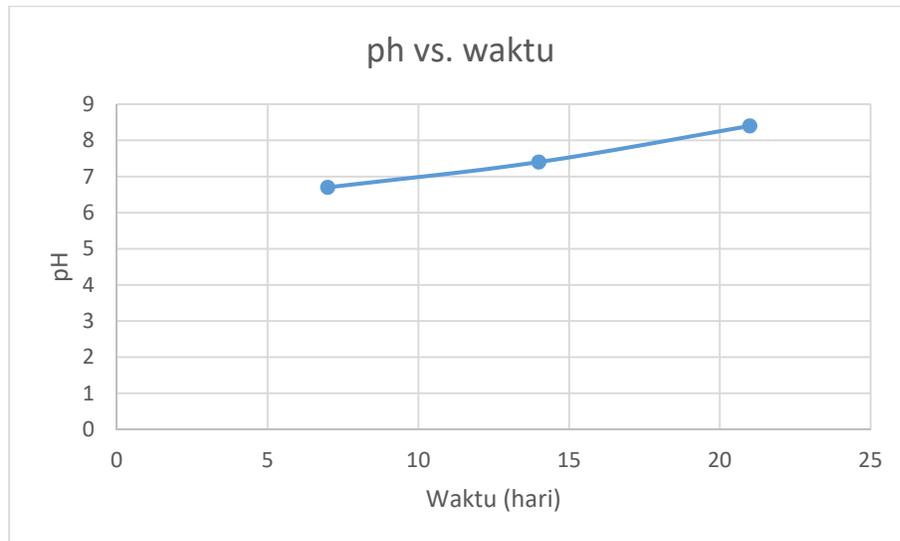
Gambar 4.9 Perubahan turbiditas setelah difitoremediasi

Dari gambar 4.1 dapat dilihat terjadi penurunan angka kekeruhan, semakin lama waktu proses fitoremediasi dilakukan, angka turbiditas semakin rendah. Angka turbiditas yang rendah dari yang sebelumnya tinggi menandakan, sebagian partikel koloid sudah terendapkan pada reaktor fitoremediasi dan adapula yang sudah diserap oleh tanaman Enceng Gondok. Tanaman Enceng Gondok dalam percobaan ini efektif menurunkan turbiditas limbah tahu dari 401 NTU menjadi 36 NTU pada hari terakhir proses fitoremediasi.

- **pH (Derajat Keasaman)**

Derajat keasaman (pH) adalah perhitungan konsentrasi ion hydrogen, yaitu perhitungan tingkat keasaman atau kebasahan suatu

cairan. Konsentrasi ion Hidrogen pada cairan akan mempengaruhi tingkat keasaman suatu larutan. Skala pada pH biasanya berada pada angka 0 – 14. Suatu larutan dengan suhu 25 °C dengan pH lebih kecil dari 7 disebut larutan asam, dan jika lebih besar dari 7 disebut larutan basa. Apabila larutan berada pada pH 7, larutan tersebut adalah larutan netral

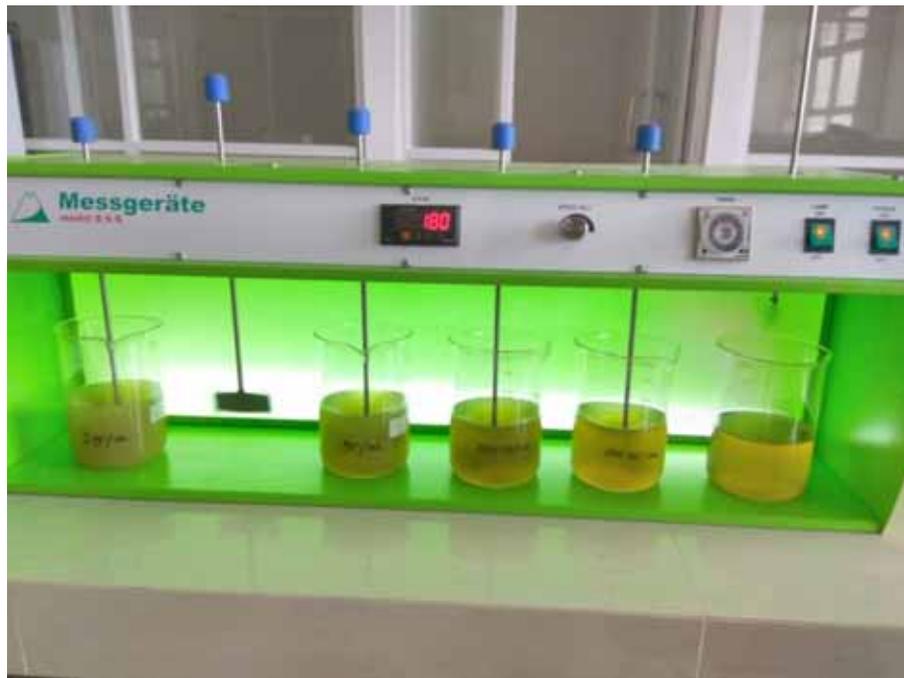


Gambar 4.10 Perubahan pH setelah difitoremediasi

Seusai baku mutu limbah cair tahu, nilai limbah cair tahu yang dibenarkan untuk disalurkan ke badan air adalah berkisar antara pH 6 – 9. Pada sampel penelitian ini, diperoleh nilai pH sebelum perlakuan adalah 4,3. Setelah di lakukan fitoremediasi selama 7 hari, nilai pH naik menjadi 6,7 yang menandakan kesesuaian dengan baku mutu dan dapat dibuang ke badan air. Setelah di fitoremediasi selama 21 hari nilai pH menjadi 8,4, nilai ini masih dibawah nilai baku mutu yang diizinkan.

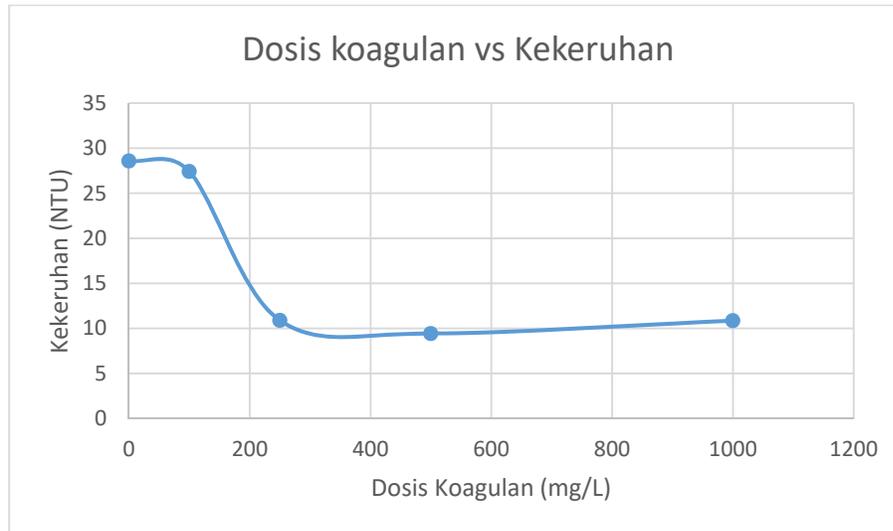
- **Koagulasi dan Flokulasi Limbah Cair Tahu dengan Koagulan Biji Kelor**

Setelah dilakukan Fitoremediasi selama 21 hari, limbah cair tahu dilakukan perlakuan selanjutnya untuk menurunkan TSS dan turbiditas. Perlakuan yang dilakukan adalah koagulasi dan flokulasi. Proses koagulasi dan flokulasi dapat menurunkan kadar turbiditas dan TSS. Untuk menentukan dosis optimum koagulan dilakukan jar tes. Proses koagulasi – flokulasi menggunakan jar test dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4.11 koagulasi – flokulasi menggunakan jar test

Jar Test dilakukan dengan bervariasi beberapa dosis koagulan pada dengan menggunakan alat jar tes. Dari jar test diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 4.12 Grafik penentuan dosis optimum koagulan

Dari gambar 4.6 dapat dilihat, dosis optimum koagulan adalah 500 mg/L. Pada dosis ini, koagulan biji kelor mampu menurunkan Turbiditas dari 28 NTU menjadi 10 NTU. Pada proses koagulasi dan flokulasi ini, koagulan biji kelor mampu mengikat koloid-koloid yang tersuspensi dan membentuk flok-flok yang cukup besar sehingga dapat mengendap dengan cepat. Flok-flok yang mengendap pada di dasar reaktor menghasilkan larutan menjadi berwarna bening dan nilai turbiditas rendah.



Gambar 4.13 Limbah tahu yang telah dilakukan proses Fitoremediasi koagulasi dan flokulasi

V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

A. Kesimpulan

1. Pengolahan dengan limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman Enceng Gondok mampu menurunkan Polutan pada limbah tahu. Setelah dilakukan fitoremediasi selama 21 hari, polutan pada air limbah tahu sudah sesuai dengan baku mutu Industri tahu.
2. Proses kombinasi fitoremediasi serta koagulasi dan flokulasi mampu menurunkan kadar Turbiditas pada limbah tahu hingga mencapai 10 NTU dari sebelumnya sebesar 401 NTU.
3. Pada penelitian ini, proses fitoremediasi selama 21 hari telah mampu menurunkan kadar polutan pada limbah cair sehingga sesuai dengan baku mutu limbah. Oleh karena itu proses kombinasi fitoremediasi serta koagulasi – flokulasi tidak terlalu perlu lagi dilakukan proses kombinasi tersebut.

B. Rekomendasi

1. Proses fitoremediasi yang membutuhkan waktu selama 21 hari agar limbah sesuai dengan baku mutu. Metode ini kurang praktis digunakan oleh pengusaha pengolah kacang kedelai. Hal ini disebabkan, pengusaha membutuhkan tempat yang sangat luas untuk melakukan fitoremediasi dan waktu yang lama. Oleh sebab itu diperlukan metode yang lebih cepat dan tepat dalam menurunkan polutan limbah tahu.

2. Proses yang dapat dilakukan penelitian lebih lanjut adalah kombinasi koagulasi-flokulasi dengan fitoremediasi. Proses koagulasi di awal diharapkan dapat menurunkan TSS, COD, BOD dan turbiditas pada limbah serta dapat menaikkan pH pada limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimsyah A. 2015. “*Penggunaan Arang Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok untuk Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Variasi Konsentrasi*” JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 1, (2013).
- Coniwanti, P. 2013. “*Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dalam Tinjauannya terhadap Turbidity, TSS dan COD*” Jurnal Teknik Kimia 19 (3) Universitas Sriwijaya.
- Cut A. S., Mumu S., Kancitra P. 2013. “*Fitoremediasi Phospat dengan Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian (Laundry)*” Reka Lingkungan Jurnal Institut Teknologi Nasional
- Dimas K. W., Syafrudin, Winardi D.N. 2017, “*Study Penurunan Turbidity, Tss, Cod Menggunakan Biji kelor (Moringa oleifera) sebagai Nanobiokoagulan dalam Pengolahan Air Limbah Domestik (grey water)*” Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6, No. 1 (2017)
- Kaswinarni, F. 2007. “*Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*”. Thesis. Semarang: Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah.

Ratnani, R. D. 2013, "*Kemampuan Kombinasi Eceng Gondok dan Lumpur Aktif untuk Menurunkan Pencemaran pada Limbah Cair Industri Tahu*" Momentum, Vol. 8, No. 1, April 2012: 1- 5 ISSN 0216.

Riny A. S, Jhon A. P., Syarfi D. 2016. "*Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Minum Menggunakan Proses Koagulasi Ultrafiltrasi*" Jom FTEKNIK Volume 3 No. 1.

Setyowati, S., Nanik H.S., Erry W. 2015. *Kandungan Logam Tembaga (Cu) dalam Eceng Gondok (Eichhornia crasipes) Perairan dan Sedimen Berdasarkan Tata Guna Lahan di Sekitar Sungai Banger Pekalongan. Bioma*, 7 (1): ISSN 1410-8801

Sungkowo, T.H. 2015. "*Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Typha Latifolia dan Eceng Gondok dengan Metode Fitoremediasi*" JOM FTEKNIK Volume 2 No. 2 Oktober 2015.

Setjen Pertanian Indonesia. 2018, "*Buletin Konsumsi Pangan SMI 2017*" diperoleh 30 September 2018 dari <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/>.

Yudishti B. 2016. "*Karakterisasi: Limbah Cair Industri Tahu dengan Koagulan yang Berbeda (Asam Asetat dan Kalsium Sulfat)*"

Caraka Tani – Journal of Sustainable Agriculture, Vol. 31 No. 2, Oktober 2016. Hal. 137-145.

Yuliana H.W.D, Dwi A.S., Iryanti E. S., Wahyu D. S. 2017. *“Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) untuk Menurunkan Cod dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana”* Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry).

Lampiran



Gambar saluran pembuangan pada usaha industri tahu



Gambar proses pengambilan sampel limbah cair tahu



Gambar Tanaman Eceng Gondok yang baru diambil dari sungai
Krueng Aceh



Gambar Tanaman Eceng Gondok yang dilakukan penanaman kembali di tempat penelitian



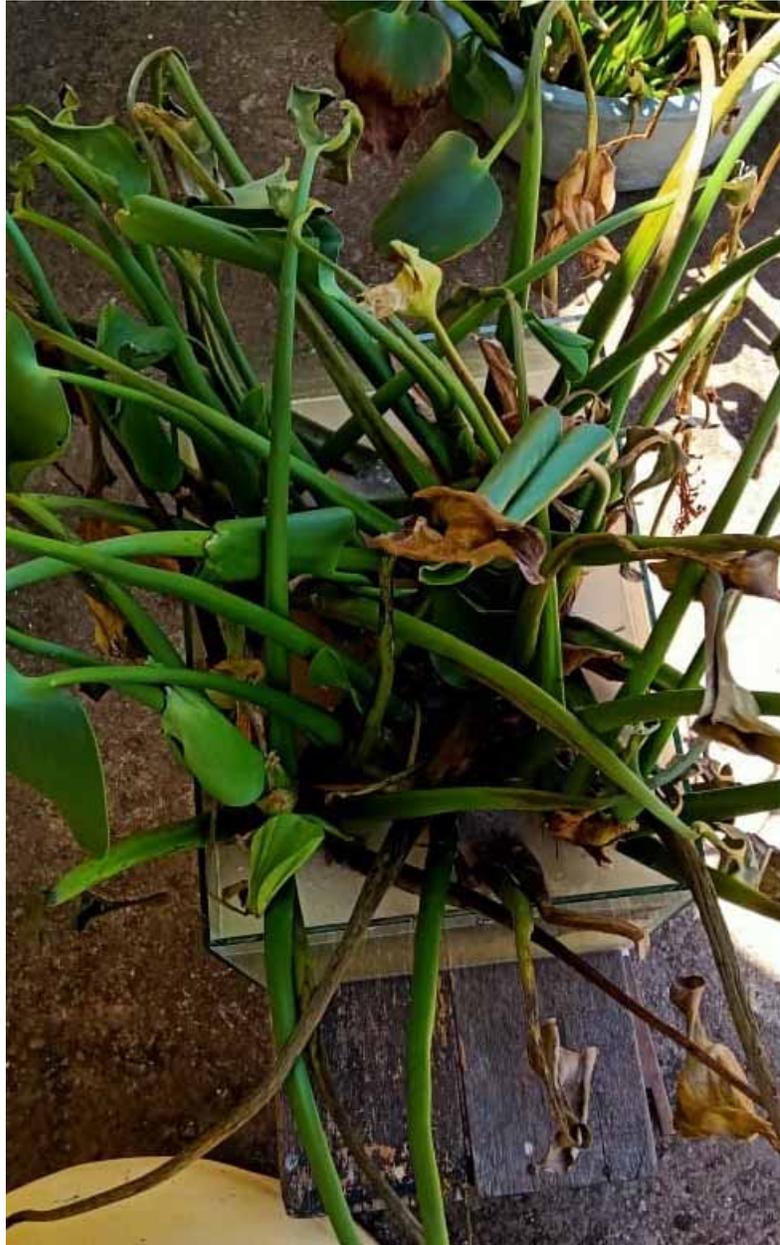
Gambar Aklimatisasi Tanaman Eceng Gondok



Gambar Aklimatisasi Tanaman Eceng Gondok



Gambar Limbah tahu sebelum fitoremediasi



Gambar Proses Fitoremediasi Limbah tahu



Gambar Proses pembuatan Biokoagulan dari biji kelor



Limbah Tahu setelah proses fitoremediasi serta koagulasi – flokulasi



Limbah Tahu setelah proses fitoremediasi serta koagulasi – flokulasi



BIODATA PENELITI
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH TAHUN 2019

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	T. Muhammad Ashari, S.T., M. Sc
2.	Jenis Kelamin	Laki - Laki
3.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4.	NIP	19830202 201503 1 002
5.	NIDN	2002028301
6.	NIPN (ID Peneliti)	200202830110001
7.	Tempat dan Tanggal Lahir	Banda Aceh, 02 Februari 1983
8.	E-mail	t.m.ashari@gmail.com
9.	Nomor Telepon/HP	+6282364864444
10.	Alamat Kantor	Jl. Syech Abdur Rauf, Darussalam 23111
11.	Nomor Telepon/Faks	-

12.	Bidang Ilmu	Teknik Lingkungan
13.	Program Studi	Teknik Lingkungan
14.	Fakultas	Sains dan Teknologi

B. Riwayat Pendidikan

		S1	S2	S3
1.	Nama Perguruan Tinggi	Universitas Syiah Kuala	TUHH	-
2.	Kota/Negara	Banda Aceh	Hamburg, Jerman	
3.	Bidang Ilmu/Program Studi	Teknik Kimia	Teknik Lingkungan	-
4.	Tahun Masuk-Lulus	2000 – 2006	2009 - 2012	-

C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber Dana

1.	2015	Penanaman pohon bakau di Gampong Rukoh	DIPA UIN Ar-Raniry
2.	2016	Kegiatan Pengabdian Masyarakat dengan tema Sosialisasi Persampahan di Kecamatan Baiturrahman	DIPA UIN Ar-Raniry
3.	2017	Kegiatan Pengabdian Masyarakat dalam bentuk Partisipasi Mahasiswa pada Earth Day	-

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	No/Volume/Tahun
1.	Impact of Boric Acid on Photocatalytic Oxidation	Elkawnie	Vol 2, No 1 (2016)
2.	Analisa Perubahan Derajat Keasaman (pH) Pada Bioremediasi Limbah Oli Menggunakan Campuran EM4 (<i>Effective Microorganisms-4</i>) dan Humus	Phi	Volume 6, No. 2 Agt-Des 2018

F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Tebal	Penerbit

G. Perolehan HAKI dalam 10 Tahun Terakhir

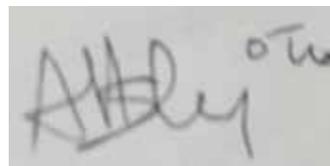
No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Impact Of Boric Acid On Photocatalytic Oxidation	2019	Karya Tulis	000145770

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penugasan Penelitian pada Pusat Penelitian dan Penerbitan LP2M Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 30 Oktober 2019

Ketua Peneliti,



T. Muhammad Ashari, M. Sc

NIDN. 2002028301