

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU
DENGAN MENGGUNAKAN *BIOFILTER***

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

AULIYA ANWAR

NIM. 150702038

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2020 M/1442 H**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU
DENGAN MENGGUNAKAN *BIOFILTER***

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

**AULIYA ANWAR
NIM. 150702038**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Yeggi Darnas, M.T.
NIDN. 2020067905

Pembimbing II,



Adian Aristia Anas, M.Sc.
NIDN. 2022108701

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU
DENGAN MENGGUNAKAN *BIOFILTER***

TUGAS AKHIR

**Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan**

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 26 Agustus 2020
07 Muharam 1442 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Yeggi Darnas, M.T.
NIDN. 2020067905

Sekretaris,



Adian Aristia Anas, M.Sc.
NIDN. 2022108701

Penguji I,



Rizna Rahmi, M.Sc.
NIDN. 2024108402

Penguji II,



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Auliya Anwar
NIM : 150702038
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu
Dengan Menggunakan *Biofilter*

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 26 Agustus 2020
Yang Menyatakan,

A yellow postage stamp with the text "METERAI TEMPEL" at the top, "1000" in large numbers, and "SERIBU RUPIAH" at the bottom. The stamp features a Garuda emblem and a serial number "CBAFF986081947". A black ink signature is written over the stamp.

Auliya Anwar

ABSTRAK

Nama : Auliya Anwar
NIM : 150702038
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu
Dengan Menggunakan *Biofilter*
Tanggal Sidang : 26 Agustus 2020 / 07 Muharam 1442 H
Tebal Skripsi : 70 Halaman
Pembimbing I : Yeggi Darnas, M.T.
Pembimbing II : Adian Aristia Anas, M.Sc.
Kata Kunci : Pengolahan Limbah Tahu, *Biofilter*, Kadar Limbah Tahu
BOD, COD, TSS, dan pH.

Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan *Biofilter* dalam penurunan kadar pencemar seperti BOD, COD, dan TSS pada air limbah Industri Tahu Bunga Indah, Kota Banda Aceh. Limbah cair yang dihasilkan mengandung kadar pencemar seperti BOD, COD, dan TSS melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu bagi Industri Tahu, sehingga berpotensi mencemari perairan, oleh karena itu harus dilakukan bentuk pengolahan limbah cair industri tahu dalam mengurangi kadar pencemar sebelum dibuang ke perairan. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pengolahan limbah Industri Tahu menggunakan reaktor *biofilter*. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan melakukan eksperimen untuk mengolah air limbah Industri Tahu yang bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar pencemar BOD, COD, dan TSS air limbah tahu dengan menggunakan pengolahan *biofilter*. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar limbah tahu dengan pengolahan *biofilter* dengan nilai BOD⁵ 725,43mg/L, COD 1.648,32mg/L, TSS 73 mg/L, dan pH (6-7).

ABSTRACT

Name : Auliya Anwar
NIM : 150702038
Study Program : Environmental Engineering
Title : Tofu Industrial Waste Water Treatment Using Biofilter
Session Date : 26 August 2020 / 07 Muharam 1442 H
Thesis Thickness : 70 Pages
Thesis Advisor I : Yeggi Darnas, M.T.
Thesis Advisor II : Adian Aristia Anas, M.Sc.
Keywords : Tofu Waste Water Treatment, Biofilter, Levels of Tofu Waste BOD, COD, TSS, and pH.

Tofu Industrial Waste Water Treatment Using a Biofilter to reduce levels of pollutants such as BOD, COD, and TSS in the wastewater of the Tofu Bunga Indah Industry, Banda Aceh City. The resulting waste water contains levels of pollutants such as BOD, COD, and TSS that exceed the quality standards stipulated by the Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014 Concerning Quality Standards for the Tofu Industry, so that it has the potential to pollute the waters, therefore a form of tofu industrial Waste Water Treatment must be carried out in reducing pollutant levels before being discharged into the water. Efforts that can be made are tofu industrial waste treatment using a biofilter reactor. This research is a quantitative research by conducting experiments to treat waste water of Tofu Industry which aims to determine the reduction of BOD pollutant levels. COD, and TSS of tofu wastewater using biofilter processing. The results showed a decrease in the levels of tofu waste by biofilter processing with BOD^{-5} values of 725.43mg/L, COD 1.648.32mg/L, TSS 73 mg/L, and pH (6-7).

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai Hudan Lin Naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan Rahmatan Lil'alamin (Rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan Al-Qur'an. Serta salawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad Sallallahu'alaihiwasallam yang merupakan Rahmatan Lil'alamin (rahmat bagi seluruh alam). Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul: **“Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan *Biofilter*”**. Selama persiapan dan pelaksanaan penulisan ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan Terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat saya cintai, Ayahanda Anwar, S.P., dan Ibunda Mutiani yang telah memberikan dukungan dan do'anya dalam setiap langkah kepada penulis
2. Bapak DR. Azhar Amsal, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Yeggi Darnas, S.T. M.T., selaku Sekretaris Program studi Teknik Lingkungan dan Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan, juga selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan kesediaan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan saya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang memberikan banyak arahan selama proses menimba ilmu di Teknik Lingkungan, dan juga sebagai Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan semangat dan membantu penulis dalam mengarahkan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.
6. Seluruh Dosen dan Staf Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan tenaga dan pikirannya untuk mengajarkan saya dan membimbing saya untuk menjadi pribadi yang lebih baik dimasa depan.
7. Bapak M. Nasir selaku Pemilik Usaha Tahu Bunga Indah, dan para pekerja Industri Tahu yang telah banyak membantu dan memberikan data penelitian dalam Tugas Akhir ini.
8. Kedua Abang penulis Andi Taufan, S.E., dan Chaydir Anwar, S.E., beserta keluarga yang telah memberikan dukungan begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Adik penulis Muarifai dan Falaah Muriza yang telah memberikan dukungan begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Amran Wali, Ade Agung Pratama, Syarifah Seica Fatma, M. Azhar, Thorik Asshiddik Nasution, Chandra Adinata, Sukarman, Rahmi Zuhra, M. Mefan Juansyah yang telah banyak membantu menyemangati selama proses menempa ilmu di Teknik Lingkungan.
11. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan angkatan 2015 yang telah memberi dukungan dan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini
12. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT. berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Banda Aceh, 18 Agustus 2020

Penulis,



Auliya Anwar



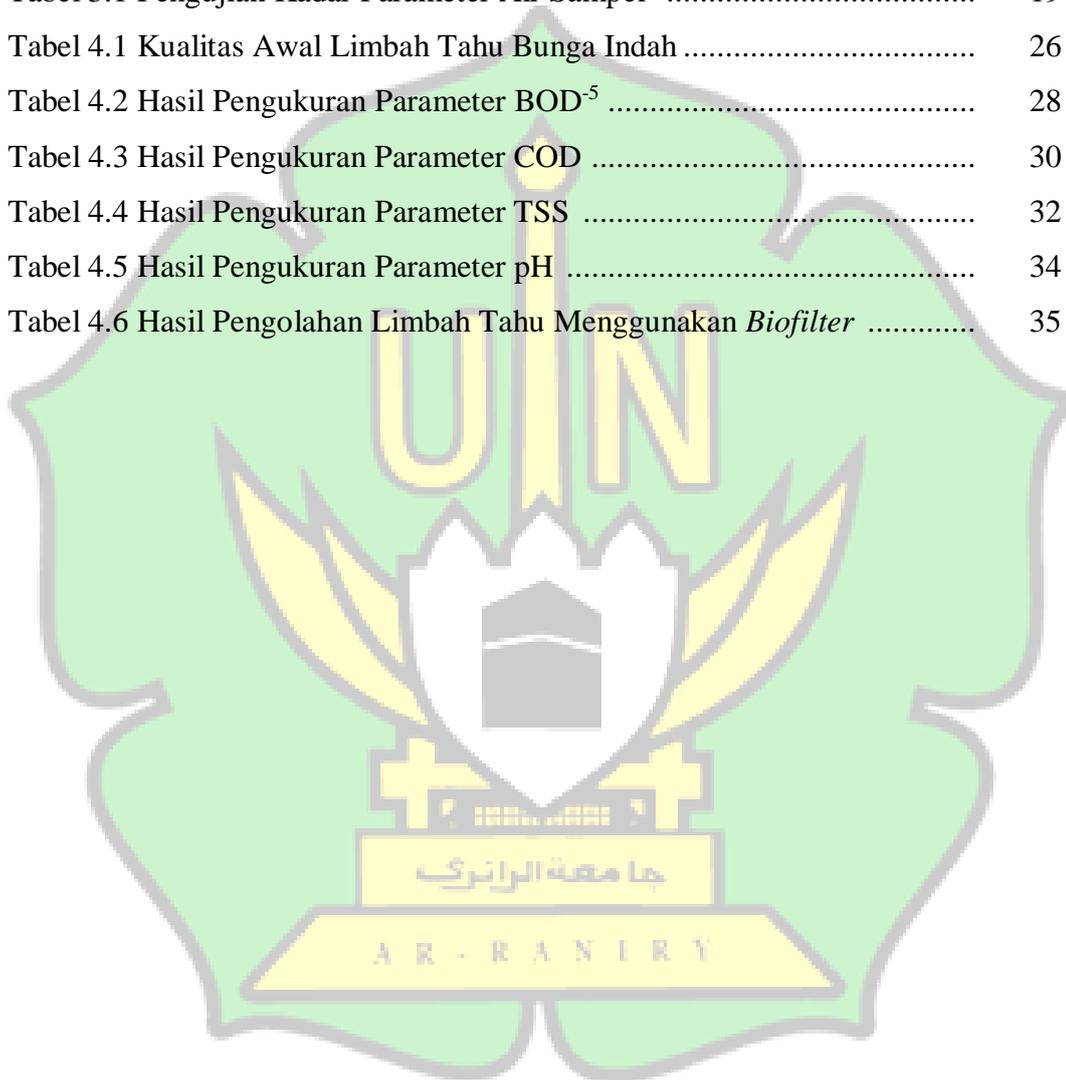
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Industri Tahu	7
2.1.1 Limbah Cair Industri Tahu	7
2.1.2 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu	7
2.1.3 Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu	9
2.1.4 Dampak Pencemaran Limbah Industri Tahu	9
2.2 Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu	10
2.2.1 Pengolahan Secara Biologis	10
2.2.2 Pengolahan Secara <i>Biofilter</i>	10
2.2.3 Pembentukan <i>Biofilm</i> Pada <i>Biofilter</i>	12
2.3 Biodegradasi dengan <i>Biofilter</i>	13
2.3.1 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Proses <i>Biofilter</i>	14
2.3.2 Keunggulan dan Kekurangan Pengolahan <i>Biofilter</i>	15
2.4 Penelitian Limbah Industri Tahu Terdahulu	16

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	18
3.3 Prosedur Penelitian	18
3.4 Analisis Kualitas Air Limbah	20
3.4.1 Analisis Parameter BOD ⁻⁵	20
3.4.2 Analisis Parameter COD	22
3.4.3 Analisis Parameter TSS	23
3.4.4 Analisis Parameter pH	23
3.5 Evaluasi Kinerja Pengolahan <i>Biofilter</i>	24
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Penelitian	26
4.1.1 Hasil Analisis Data	27
4.1.2 Hasil Analisis Parameter BOD ⁻⁵	28
4.1.3 Hasil Analisis Parameter COD	30
4.1.4 Hasil Analisis Parameter TSS	32
4.1.5 Hasil Analisis Parameter pH	34
4.1.6 Hasil Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan <i>Biofilter</i> Ditinjau Dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu	35
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR KEPUSTAKAAN	38
DAFTAR LAMPIRAN	43

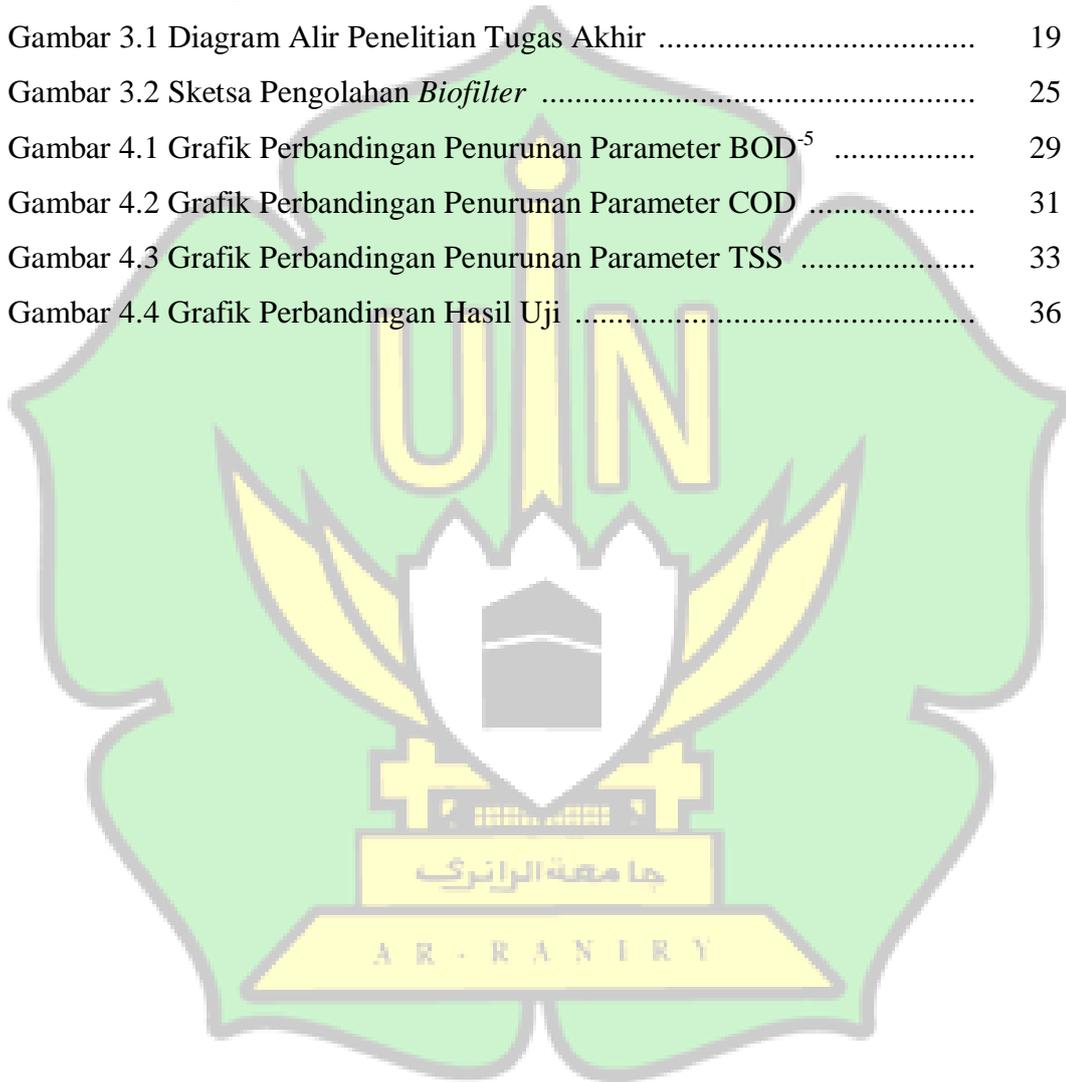
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Air Limbah Industri Tahu	9
Tabel 2.2 Proses Biometanasi pada <i>Biofilter</i>	13
Tabel 2.3 Kekurangan dan Kelebihan Pengolahan <i>Biofilter</i> Anaerob	15
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu Terkait Limbah Cair	16
Tabel 3.1 Pengujian Kadar Parameter Air Sampel	19
Tabel 4.1 Kualitas Awal Limbah Tahu Bunga Indah	26
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Parameter BOD ⁻⁵	28
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Parameter COD	30
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Parameter TSS	32
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Parameter pH	34
Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan <i>Biofilter</i>	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Produksi Tahu	8
Gambar 2.2 Klasifikasi Pengolahan Limbah Secara Biologis	10
Gambar 2.3 Sistem Pengolahan <i>Biofilter Fixed Bed Digester</i>	11
Gambar 2.4 Klasifikasi Pembentukan <i>Biofilm</i> Pada <i>Biofilter</i>	12
Gambar 2.5 Tahapan Proses Fermentasi Metana	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir	19
Gambar 3.2 Sketsa Pengolahan <i>Biofilter</i>	25
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Penurunan Parameter BOD ⁻⁵	29
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Penurunan Parameter COD	31
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Penurunan Parameter TSS	33
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Hasil Uji	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Dokumentasi Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian	43
Lampiran 2 : Dokumentasi Pembuatan Reaktor <i>Biofilter</i>	44
Lampiran 3 : Dokumentasi Kegiatan Penelitian	47
Lampiran 4 : Hasil Pengolahan Limbah Tahu Pada Reaktor <i>Biofilter</i>	51
Lampiran 5 : Hasil Uji Lapangan Dan Laboratorium	53



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Banda Aceh yang terletak di Provinsi Aceh terdapat kegiatan industri kecil dengan jumlah usaha kecil menengah (UKM) 9.901 buah tahun 2017, usaha sektor ini berkembang pesat pada Tahun 2014 - 2017, untuk Industri Tahu tersedia 21 buah jumlah Industri Tahu pada Tahun 2017, seperti pada Kecamatan Meuraxa 1 buah, Jaya Baru 2 buah, Banda Raya 4 buah, Baiturrahman 4 buah, Lueng Bata 2 buah, Kuta Alam 4 buah, Kuta Raja 2 buah dan Ulee Kareng 2 buah (BPS Kota Banda Aceh, 2018).

Industri usaha kecil menengah dikelompokkan sebagai industri dengan tingkat efisien energi rendah dan tingkat pencemaran yang tinggi karena pengolahan limbah cair industri yang tidak tersedia (Indah, Lutfiana Sari, Prijadi Soedarsono, dan Boedi Hendrarto, 2014). Air buangan limbah industri tahu yang langsung dialirkan ke sungai tanpa dilakukan pengolahan akan menyebabkan pencemaran lingkungan perairan (Indah, dkk, 2014). Berdasarkan UU No. 32 Tahun 2009 Pasal 1 butir 14 pencemaran lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditentukan.

Industri tahu di Desa Batoh tidak menerapkan standar baku mutu lingkungan hidup sesuai kadar pencemar yang di tenggang keberadaannya dilingkungan, juga tidak adanya pengolahan hasil buangan limbah industri tahu yang diterapkan. Bahan baku produksi tahu mengandung protein 40-60%, sehingga perlu dilakukan pengolahan limbah cair yang berasal dari kegiatan industri tahu dan tidak dialirkan ke badan sungai secara langsung (Myrasandri, Puteri, dan Mindriany Syafila, 2012). Pengolahan air limbah dalam aktivitas operasional kegiatan industri tahu menjadi penting, dengan dilakukan pengolahan yang tepat nilai kadar pencemar limbah cair dapat dikurangi sehingga sesuai baku mutu air limbah industri tahu (Sulaeman Dede, 2009).

Pengolahan limbah cair menggunakan *biofilter* yang telah dilakukan khususnya pengolahan pada limbah cair tahu telah banyak dilakukan seperti: Penurunan *biochemical oxygen demand* (BOD) dan *total suspended solids* (TSS) pada pengolahan limbah cair domestik media batu apung, kerikil, dan cangkang kerang yang digunakan pada reaktor anaerobik *biofilter* mampu menurunkan konsentrasi BOD dan TSS (Ayu Pramita, dan Eka Dyah Puspita, 2019). Penerapan pengolahan limbah cair menggunakan *biofilter* anaerobik-aerobik dengan memanfaatkan media sarang tawon untuk industri tahu skala komunal diperoleh efisiensi penyisihan kadar BOD (74,5%), COD (75,4%), dan TSS (84%) (Said, 2002). Penerapan metode pengolahan gabungan anaerobik-aerobik relatif sulit untuk usaha skala kecil karena beberapa alasan adalah sebagai berikut: membutuhkan lahan untuk pengolahan yang luas, serta metode pengolahan dan pengoperasian lebih kompleks (MetCalf dan Eddy, 2003). Pengolahan *biofilter* gabungan belum banyak dimanfaatkan oleh Industri Tahu skala kecil untuk pengolahan air limbah buangan tahu. Pengusaha industri tahu skala kecil sering membuang limbah ke sungai tanpa melakukan pengolahan air buangan limbah cair terlebih dahulu. Industri tahu yang tidak menerapkan pengolahan air buangan akan berpotensi menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup. Pelaku usaha tahu perlu melakukan pengolahan air buangan limbah dengan melakukan pengolahan limbah cair, serta menerapkan suatu standar yang mengatur air buangan limbah cair tahu.

Kerusakan dan pencemaran di lingkungan diakibatkan oleh tangan manusia sendiri. Firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surah Ar-Rum ayat (41) telah dijelaskan, yaitu:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

Firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surah Al-Baqarah ayat (12) menjelaskan bahwa kerusakan yang dilakukan itu nyata ada bentuk nya namun kebanyakan manusia tidak menyadari telah melakukan kerusakan, yaitu:

أَلَا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِن لَّا يَشْعُرُونَ ۚ ١٢

Artinya: “Ingatlah, sesungguhnya merekalah yang berbuat kerusakan, tetapi mereka tidak menyadari”.

Namun pada kenyataannya manusia sering tidak menyadari dan bahkan ketika telah diberi peringatan manusia sering menyangkal dan membela diri bahwa mereka tidak sama sekali melakukan kerusakan. Allah SWT berfirman dalam surah Al-Baqarah ayat (11), yaitu:

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ۗ ١١

Artinya: Dan bila dikatakan kepada mereka: "Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi". Mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan".

Meskipun kebanyakan manusia mengetahui hal yang benar bahwa kerusakan diakibatkan oleh tangan nya tetap mereka berpaling setelah melakukan kerusakan lingkungan. Kerusakan yang diakibatkan oleh manusia akan berakibat timbulnya bencana yang mana korban nya juga manusia itu sendiri. Allah melarang keras untuk mengambil hak orang lain dengan menciptakan kerusakan yang berdampak berkurangnya kestabilan lingkungan.

Berdasarkan dari beberapa referensi yang berkaitan tentang kemampuan *biofilter* untuk menurunkan kandungan organik dalam limbah cair, belum ditemukan pengolahan limbah cair *biofilter* secara anaerobik dengan media batu koral dan batu kerikil berdiameter 1-5 cm sebagai media *biofilter* dalam mengolah limbah cair tahu untuk Industri Tahu skala kecil di Kota Banda Aceh.

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan dengan memperhatikan standar baku mutu limbah cair Industri Tahu mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Tahu. Tujuan pengujian parameter air limbah tahu untuk mengetahui kemampuan pengolahan limbah cair Industri Tahu menggunakan *biofilter*, sehingga sebelum dialirkan ke perairan dapat mengurangi kadar tercemarnya air sungai, dan meningkatkan kualitas air sungai, diharapkan pengolahan *biofilter* mampu mengurangi nilai kadar pencemar bagi industri tahu skala kecil. Penelitian berjudul: “Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan *Biofilter*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, untuk mengetahui kemampuan pengolahan *biofilter* dalam menurunkan kadar pencemar, rumusan masalah dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting industri Tahu Bunga Indah di desa Batoh, Banda Aceh, terkait dengan limbah cair?
2. Bagaimana kemampuan pengolahan *biofilter* dalam menurunkan kadar pencemar ditinjau dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Tahu?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi eksisting industri Tahu Bunga Indah di desa Batoh, Banda Aceh terkait dengan limbah cair.
2. Mengetahui kemampuan pengolahan *biofilter* dalam menurunkan nilai kadar pencemar ditinjau dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Tahu.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan dari uraian permasalahan maka manfaat pada penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Bagi Masyarakat

Menambah pengetahuan masyarakat khususnya pelaku usaha tahu mengenai pengolahan limbah industri tahu dengan menggunakan *biofilter* dan meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai pentingnya mengolah limbah sebelum dibuang ke sungai secara langsung.

2. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini dapat dijadikan masukan untuk Pemerintah Kota Banda Aceh, untuk dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam pengambilan keputusan dan kebijakan seperti menetapkan standar suatu pengolahan bagi Industri Tahu skala kecil dalam menjaga kualitas lingkungan sedini mungkin berdasarkan hasil yang telah diteliti oleh peneliti.

3. Bagi Mahasiswa Teknik Lingkungan

Menambah ilmu yang berkaitan dengan pengolahan limbah cair Industri Tahu, dan sebagai media pembelajaran dan referensi Mahasiswa UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Prodi Teknik Lingkungan yang sedang mengembangkan pengetahuannya dalam bidang ilmu Teknik Lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi oleh beberapa hal, adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel air limbah dilakukan di industri tahu Bunga Indah dengan alamat Jln. Lampoh Bungoeng, Desa Batoh, Kecamatan Lueng Bata, Kota Banda Aceh.
2. Parameter yang akan diuji pada sampel air limbah tahu adalah parameter BOD, COD, TSS, dan pH, untuk pengujian sampel limbah tahu dilakukan sebelum pengolahan pada reaktor *biofilter*, dan sesudah pengolahan pada reaktor *biofilter* yang bertujuan untuk melihat kemampuan *biofilter* dalam efektivitas penurunan kadar pencemar air limbah.

3. Hasil Penelitian berupa analisis sampel air limbah tahu sebelum dilakukan pengolahan pada reaktor *biofilter* dan setelah pengolahan pada reaktor *biofilter*, untuk ditinjau berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Tahu dalam melihat parameter yang memenuhi standar baku mutu bagi industri tahu.
4. Penelitian ini tidak mencari variasi waktu tinggal air limbah pada pengolahan air limbah tahu *biofilter*, hanya dilakukan selama 9 hari masa air limbah pengolahan pada reaktor *biofilter* atau sebelum dilakukan pengolahan pada reaktor *biofilter* dan sesudah dilakukan pengolahan pada reaktor *biofilter*.
5. Parameter lapangan seperti pH akan diuji di lapangan/lokasi pengambilan sampel limbah tahu untuk pH sebelum dilakukan pengolahan pada reaktor *biofilter*, dan dilakukan pengukuran pH setelah pengolahan pada *biofilter*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Tahu

Industri Pengolahan Tahu merupakan kegiatan yang melakukan pemanfaatan kedelai sebagai bahan baku utama dalam menghasilkan tahu (Kementerian Lingkungan Hidup, 2014).

2.1.1 Limbah Cair Industri Tahu

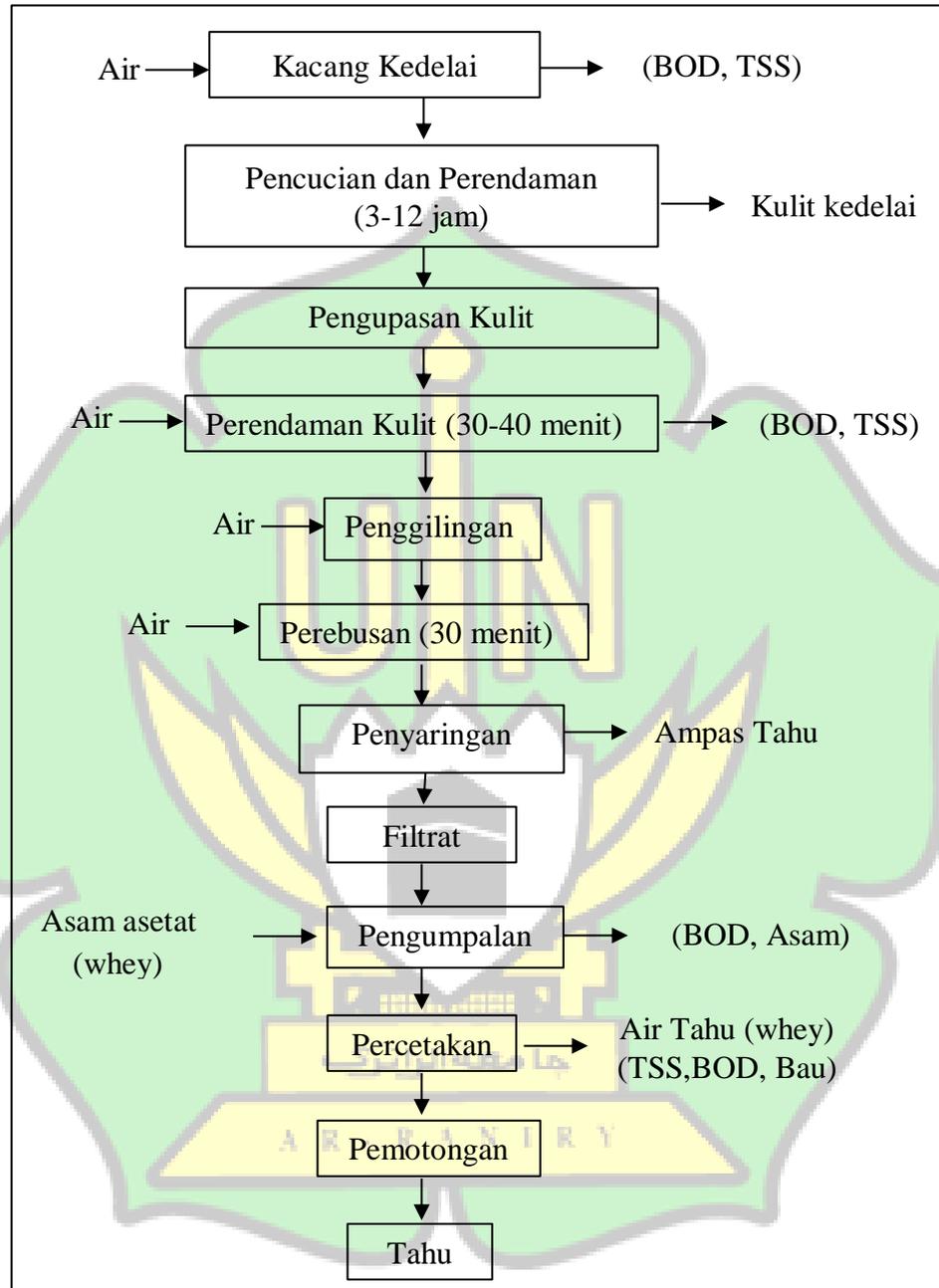
Industri pengolahan tahu menghasilkan limbah cair yang menimbulkan pencemaran karena mengandung komponen organik yang tinggi (Azzuro, E. Matiddi, M., Fanelli, E., Guidetti, P., La Mesa, G., Scarpato, A., dan Axiak, V, 2010). Limbah cair Industri Tahu memiliki protein dan asam amino yang menyebabkan limbah cair mengandung *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), dan *total suspended solid* (TSS) yang tinggi (Kaswinarni Fibria, 2007).

2.1.2 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Karakteristik limbah cair Industri Tahu, adalah sebagai berikut:

1. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)
Biochemical oxygen demand (BOD) merupakan parameter untuk menilai jumlah zat organik yang terlarut (Metcalf, dan Eddy, 2003).
2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)
Chemical oxygen demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator dalam mengoksidasi material organik maupun anorganik (Metcalf, dkk, 2003).
3. *Total Suspended Solid* (TSS)
Total suspended solid (TSS) merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air, dan tidak dapat mengendap langsung (Effendi Hefni, 2003).
4. Derajat Keasaman (pH)
Air limbah industri tahu bersifat asam, sehingga terjadi pelepasan zat-zat yang mudah menguap, dan mengeluarkan bau busuk (Adibroto, T., 1997).

Berikut diagram alir proses produksi tahu secara rinci dapat dilihat pada Gambar 2.1, adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Produksi Tahu
(Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2006)

2.1.1 Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu

Air limbah Industri Tahu dapat dialirkan ke badan sungai apabila telah memenuhi standar yang diatur Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 mengatur Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu, pada Tabel 2.1, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu

Parameter	Pengolahan Kedelai	
	Tahu	
	Kadar* (mg/l)	Beban (kg/ton)
BOD	150	3
COD	300	6
TSS	200	4
pH	6 - 9	
Kuantitas air limbah paling tinggi (m ³ /ton)	20	

(Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2014)

2.1.2 Dampak Pencemaran Limbah Industri Tahu

Limbah cair Industri Tahu berasal dari sisa pengolahan kedelai yang terbuang karena tidak terbentuk dengan baik menjadi tahu (Nohong, 2010). Limbah tahu terdiri dari dua jenis yaitu: limbah padat dan limbah cair (Kaswinarni, 2007). Limbah padat atau ampas tahu dapat diolah menjadi oncom atau dimanfaatkan sebagai makanan ternak, limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi untuk mencemari lingkungan (Nurhasmawaty Pohan, 2008).

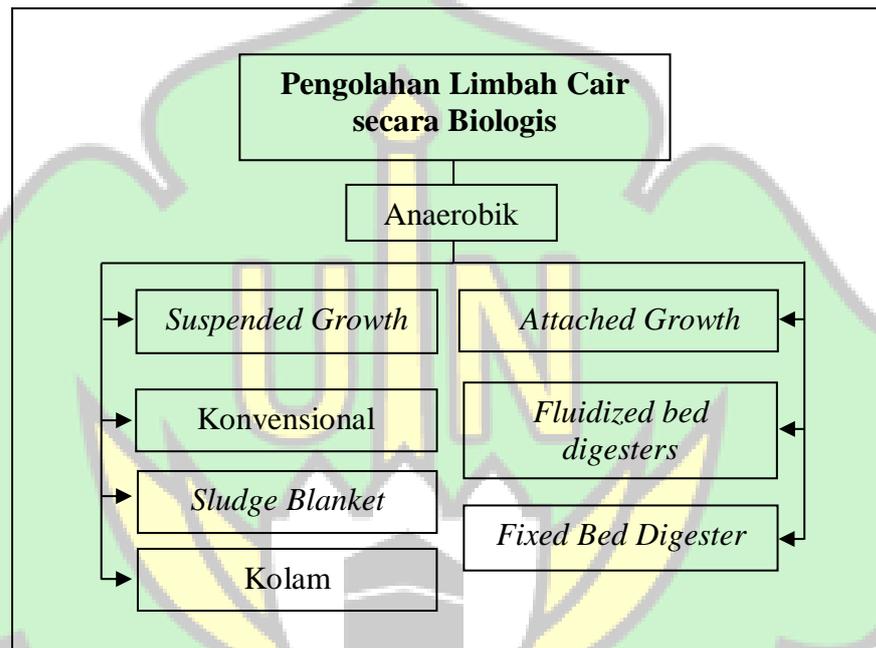
Dampak pencemaran dari limbah tahu seperti gangguan terhadap kehidupan *biotik*, dan turunnya kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan *organik* (Herlambang, 2002). Industri tahu yang tidak menerapkan sistem pengolahan terhadap air buangan selama kegiatan produksi tahu yang dilakukan berpotensi mencemari perairan sungai, sanitasi lingkungan yang buruk dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti: gatal, diare, kolera, dan radang usus (Kaswinarni, 2007).

2.1 Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu

Pengolahan limbah cair secara umum terbagi tiga metode, yaitu: pengolahan limbah cair secara fisika, kimia, dan biologis (Woodard Frank, 2001).

2.2.1 Pengolahan secara Biologis

Pengolahan limbah cair industri tahu secara biologis merupakan pengolahan yang melibatkan keberadaan mikroorganismenya untuk mendegradasi bahan organik yang berada pada sistem pengolahan (Woodard, 2001).

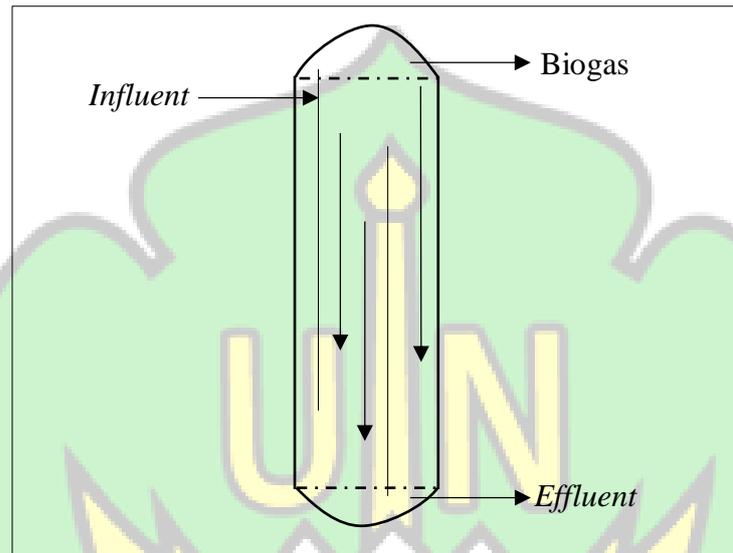


Gambar 2.2 Klasifikasi Pengolahan Limbah secara Biologis
(Sumber: Woodard, 2001)

2.2.2 Pengolahan secara Biofilter

Pengolahan *biofilter* merupakan reaktor biologis dengan bangun tetap dimana mikroorganismenya melekat pada permukaan media yang kaku seperti plastik atau batu (Metcalf, dkk, 2003). Pengolahan *biofilter* dapat dilakukan dalam kondisi anaerobik, aerobik atau gabungan anaerobik-aerobik, proses anaerobik dilakukan tanpa oksigen dalam reaktor dan proses aerobik dilakukan dalam kondisi adanya oksigen terlarut pada reaktor (Said, 2002).

Proses pengolahan sistem *biofilter* mampu mereduksi polutan organik BOD, COD, dan TSS (Nusa Idaman Said, dan Ruliasih Marsidi, 2011). Pengolahan *Biofilter fixed bed digester* merupakan sistem pengolahan limbah cair industri tahu yang mengandung bahan berpori tetap, bakteri dilekatkan pada permukaan media, aliran air limbah pada proses ini dilakukan dengan aliran atas ke bawah (*down flow*) (Woodard, 2001).



Gambar 2.3 Sistem Pengolahan *Biofilter Fixed-Bed Digester*
(Sumber: Woodard, 2001)

Berdasarkan posisi media *biofilter* dalam bioreaktor pertumbuhan melekat terbagi dua, adalah sebagai berikut:

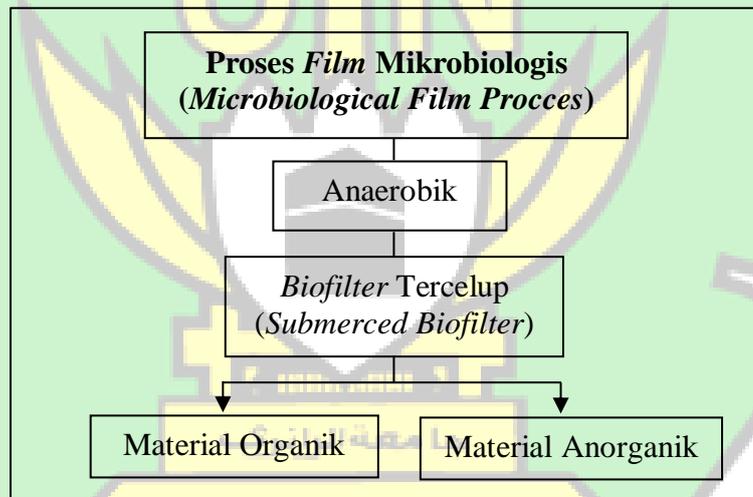
- a. Biakan terendam (*submerged*) merupakan pertumbuhan mikroorganisme yang dilekatkan dengan biakan terendam, media biakan direndam sepenuhnya pada cairan, seperti: *fixed bed digester* (Metcalf, dkk, 2003).
- b. Biakan tidak terendam (*non submerged*) merupakan proses pertumbuhan mikroorganisme melekat dengan biakan tidak terendam, seperti: *trickling filter* (Metcalf, dkk, 2003).

2.2.3 Pembentukan *Biofilm* pada *Biofilter*

Biofilm merupakan kumpulan mikroorganismen yang melekat pada permukaan media *biofilter* (Rittmann, dan McCarty, 2012). Mekanisme pembentukan *biofilm* dimulai dengan lekatan pada permukaan media (Schmidt, dan Ahring, 1996). Bakteri yang melekat pada permukaan media, membutuhkan waktu kontak dengan media untuk dapat melekat pada permukaan media (Marshall, 1992).

Pembentukan *biofilm* pada pengolahan limbah cair industri tahu dilakukan dengan dua cara, adalah sebagai berikut:

1. *Suspended Growth* adalah proses pertumbuhan mikroorganismen pengurai tumbuh dalam keadaan tersuspensi dalam air limbah, seperti kolam lumpur aktif (*activated sludge*) (Woodard, 2001).
2. *Attached Growth* adalah proses pemanfaatan mikroorganismen yang menempel di media sehingga membentuk lapisan *film* yang berfungsi sebagai pengurai zat organik (Woodard, 2001).



Gambar 2.4 Klasifikasi Pembentukan *Biofilm* pada *Biofilter*
(Sumber: Adibroto, 1997)

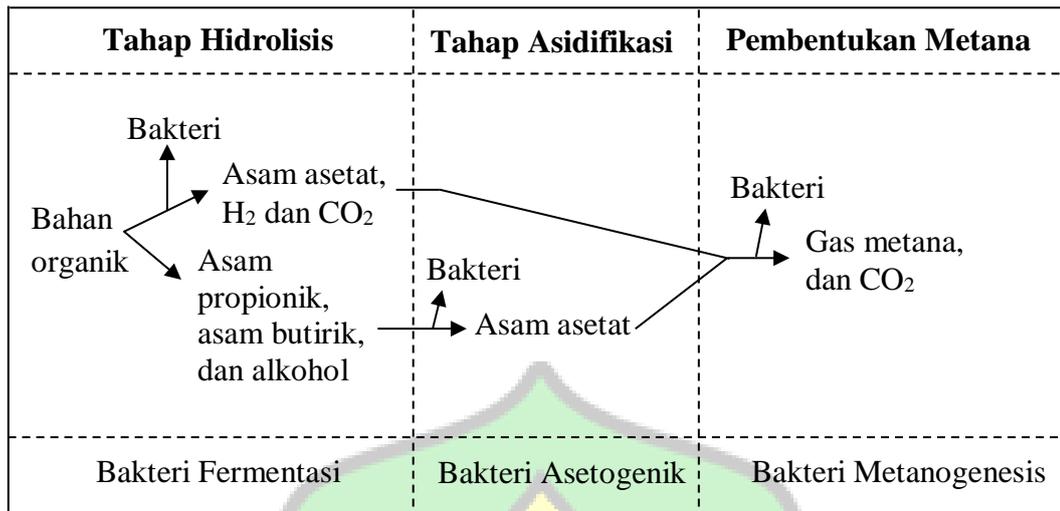
Media *biofilter* terdiri dari bahan material organik dan bahan material anorganik, bahan organik seperti: dalam bentuk jaring, dan bentuk sarang tawon, selain itu bahan anorganik seperti: batu koral, batu kerikil, dan batu marmer (Nusa Idaman Said, dan Ruliasih Marsidi, 2011).

2.2 Biodegradasi dengan *Biofilter*

Biodegradasi pada pengolahan *biofilter* anaerobik dilakukan dengan memanfaatkan mikroorganisme dalam mendegradasi substrat dalam kandungan limbah cair menjadi bahan bebas pencemaran (Metcalf, dkk, 2003). Pengolahan ini mengakibatkan pembentukan biogas dengan konversi biologis anaerob dalam proses biometanasi, dapat dilihat pada Tabel 2.2, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Proses Biometanasi pada *Biofilter*

No	Proses Biometanasi pada <i>Biofilter</i>
1.	Transformasi mediator yang dimediasi enzim dari bahan organik yang tidak larut dan senyawa massa molekul yang lebih tinggi (limbah organik, karbohidrat, protein, dan lemak) menjadi bahan organik terlarut atau senyawa yang sesuai sebagai sumber energi dan karbon sel (monosakarida, dan asam amino), tahap ini disebut hidrolisis dan dilakukan oleh anaerob ketat (<i>bactericides</i> , dan <i>clostridia</i>) dan bakteri fakultatif (<i>streptococci sp.</i>) (Garcia Heras, 2003).
2.	Proses <i>asidogenesis</i> dan <i>asetogenesis</i> , dimana bakteri fermentasi melakukan fermentasi produk yang dihasilkan dari tahap <i>hidrolisis</i> menjadi asam lemak <i>volatil/volatile fatty acid</i> (VFA) (<i>asam propionat</i> , <i>butirat</i>) selanjutnya, bakteri <i>asetogen</i> (<i>asetat hidrogen</i>) mengubah VFA bersama dengan etanol menjadi <i>asam asetat</i> , H ₂ dan CO ₂ , dikenal sebagai <i>asetogenesis</i> (Srekrishnan, T. R., Kohli, S., Rana, 2004).
3.	Pembentukan biogas, <i>asam asetat</i> , <i>hidrogen</i> dan <i>karbon dioksida</i> diubah menjadi campuran metana dan <i>karbon dioksida</i> oleh bakteri metanogenik, bakteri metanogenik merupakan bakteri yang dimanfaatkan sebagai pelarut asetat (<i>methanosarcina spp</i> , dan <i>methanothrix spp</i>) pelarut hidrogen dan format (<i>methanobacterium</i> , dan <i>methanococcus</i>) (Khanal, 2011).



Gambar 2.5 Tahapan Proses Fermentasi Metana
(Sumber: Sreekrishnan., dkk, 2004)

2.3.1 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Proses *Biofilter*

Proses degradasi anaerob pada pengolahan *biofilter* selain mikroorganisme dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan, yaitu:

1. pH, Alkalinitas dan Suhu, pengolahan *biofilter* dengan proses anaerobik berlangsung dengan baik pada pH lingkungan mendekati netral, yaitu pada pH 6,6-7,6, bila kurang dari pH 6,6 dapat menghambat aktivitas *metanogenik* dan suhu sebagai faktor dalam penentuan laju degradasi (Rittman, dkk, 2001).
2. Waktu retensi (HRT) dilakukan pemantauan dikarenakan parameter ini mempengaruhi proses anaerobik, yang mengindikasikan tersedianya waktu untuk bahan organik terdegradasi (Mata Alvarez, 2002).
3. Komposisi dan konsentrasi substrat, konsentrasi substrat mempengaruhi kinerja anaerobik, karena meningkatnya konsentrasi awal bahan organik yang menyebabkan pengurangan tingkat pelepasan COD (Sanchez, Borja, Weiland, Travieso, Martín, 2001).

2.3.2 Keunggulan dan Kekurangan Pengolahan *Biofilter*

Pengolahan *biofilter* dalam pengoperasian tergolong sederhana, mudah dan tanpa bahan kimia, proses ini sangat tepat digunakan untuk pengolahan limbah yang tidak terlalu besar kadar pencemarnya (Nusa Idaman Said, dan Heru Dwi Wahjono, 1999). Menurut Gabriel Bitton (2005) proses *biofilter* anaerobik memiliki keunggulan dan kekurangan dapat dilihat pada Tabel 2.2, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Kekurangan dan Kelebihan Pengolahan *Biofilter* Anaerob

No.	Kekurangan Pengolahan <i>Biofilter</i> Anaerob	Kelebihan Pengolahan <i>Biofilter</i> Anaerob
1.	Lebih lambat dari proses aerobik.	Proses <i>biofilter</i> anaerobik menggunakan CO ₂ yang tersedia sebagai penerima elektron, tidak memerlukan oksigen dalam proses penguraian limbah, yang akan menambah biaya pengoperasian, proses penguraian anaerobik menghasilkan lumpur lebih sedikit dari proses aerobik, energi yang dihasilkan bakteri anaerobik lebih rendah.
2.	Sensitif oleh senyawa toksik.	Proses anaerobik senyawa <i>xenobiotik</i> dapat terurai (<i>hidrokarbon berklor alifatik, trikloroetilena, triklorometana</i>) dan senyawa alami yang sulit terurai (<i>recalcitrant</i>) seperti lignin, proses anaerobik menghasilkan gas metana, yang mengandung 90% energi dengan nilai kalori 9.000 kkal/m ³ .

2.3 Penelitian Limbah Industri Tahu Terdahulu

Pengolahan limbah Industri Tahu pernah dilakukan dengan beberapa metode pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.3, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu Terkait Limbah Cair

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Pengolahan yang digunakan	Efektivitas yang dihasilkan
1.	Ayu Pramita dan Eka Dyah Puspita (2019)	Pengolahan limbah cair Domestik dengan proses <i>biofilter</i> anaerobik media batu apung, batu kerikil, dan cangkang kerang.	Mampu menurunkan konsentrasi BOD ⁻⁵ dan TSS.
2.	Riang Adeko dan AgusWidada (2018)	Pengolahan limbah cair Industri Tahu dengan Metode Aerasi.	Mampu menurunkan kandungan polutan BOD ⁻⁵ 64,27%.
3.	Ajeng Purnaningtias, Ahmad Erlan Afiuddin, dan Tanti Utami Dewi (2018)	Pemanfaatan botol plastik bekas sebagai media untuk proses <i>biofilter</i> .	Mampu menurunkan kandungan polutan seperti: COD 87%, dan BOD ⁻⁵ 75%.
4.	Khusnul Amri Dan Putu Wesen (2018)	Pengolahan air limbah domestik menggunakan plastik (<i>bioball</i>) dengan proses <i>biofilter</i> anaerob.	Mampu menurunkan kandungan organik air limbah domestik.
5.	Laily Zoraya (2015)	<i>Biofilter</i> aerobik untuk proses pengolahan limbah rumah makan.	Mampu menurunkan nilai kadar pencemar BOD ⁻⁵ 94,83%, COD 92,95%, TSS 95%.
6.	Peni Pujiastuti (2014)	Teknologi pengolahan limbah cair Industri Tahu secara aerasi, floklasi, <i>biofilter</i> anaerob dan <i>biofilter</i> anaerob-aerob.	Mampu menurunkan nilai kadar pencemar COD 88,18%, dan BOD ⁻⁵ 89,40%.

7.	Bernadette Nusye Parasmita (2012)	Studi pengaruh waktu tinggal dalam penyisihan kadar pulutan dengan proses <i>biofilter</i> anaerob-aerob pada limbah Lindi.	Mampu menurunkan kadar polutan TSS 22,69%, dan BOD ⁻⁵ 45%.
8.	Tuhu Agung r, dan Hanry Sutan winata (2010)	Pengolahan air limbah Industri Tahu menggunakan Teknologi Plasma, yang dilakukan secara <i>batch</i> .	Mampu menurunkan kadar polutan COD 75.29%, dan TSS 77.27%.
9.	Ratnawati, Beata (2010)	Penurunan COD Limbah Tahu dengan <i>Biofilter</i> .	Mampu menurunkan kadar polutan COD 87,98 %.
10.	Indriyati (2007)	Kinerja reaktor anaerobik lekat diam terendam dengan media penyangga potongan <i>bamboo</i> .	Mampu menurunkan kadar polutan COD 70% dan pH <i>effluent</i> 7.
11.	Nusa Idaman Said dan Satmoko Yudo (2006)	Rancang bangun instalasi pengolahan air limbah Rumah Potong Hewan (rph) ayam dengan proses <i>Biofilter</i> Anaerob-Aerob tercelup.	Mampu memberikan hasil <i>effluent</i> yang memenuhi standar baku mutu air limbah industri bagi Rumah Potong Ayam.
12.	Farizoglu, Nuhoglu, Yildiz, dan Keskinler (2003)	Pengolahan Limbah Tahu dengan <i>biofilter</i> aerobic bermediakan batu kerikil.	Mampu mereduksi nilai COD 73%, dan MLSS 75%.
13.	Tay (1990)	Pengolahan limbah cair tahu menggunakan proses Lumpur Aktif (<i>activated sludge</i>)	Mampu mereduksi parameter pencemar BOD ⁻⁵ 90%.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - Agustus 2020. Industri Tahu Bunga Indah, Kota Banda Aceh sebagai tempat pengambilan sampel air buangan limbah dapat dilihat pada Lampiran I, dan lokasi pengolahan *biofilter* dilakukan dalam skala uji Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry. Pengujian parameter air limbah dilakukan di Badan Riset Standardisasi Industri Kota Banda Aceh.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan utama yang diperlukan, adalah sebagai berikut:

1. Reaktor *fixed bed digester* dari pipa PVC
2. Tangki umpan *influent*
3. Tangki *effluent*
4. Tangki penampung
5. Jerigen 10 liter
6. Jerigen 5 liter

3.2.2 Bahan

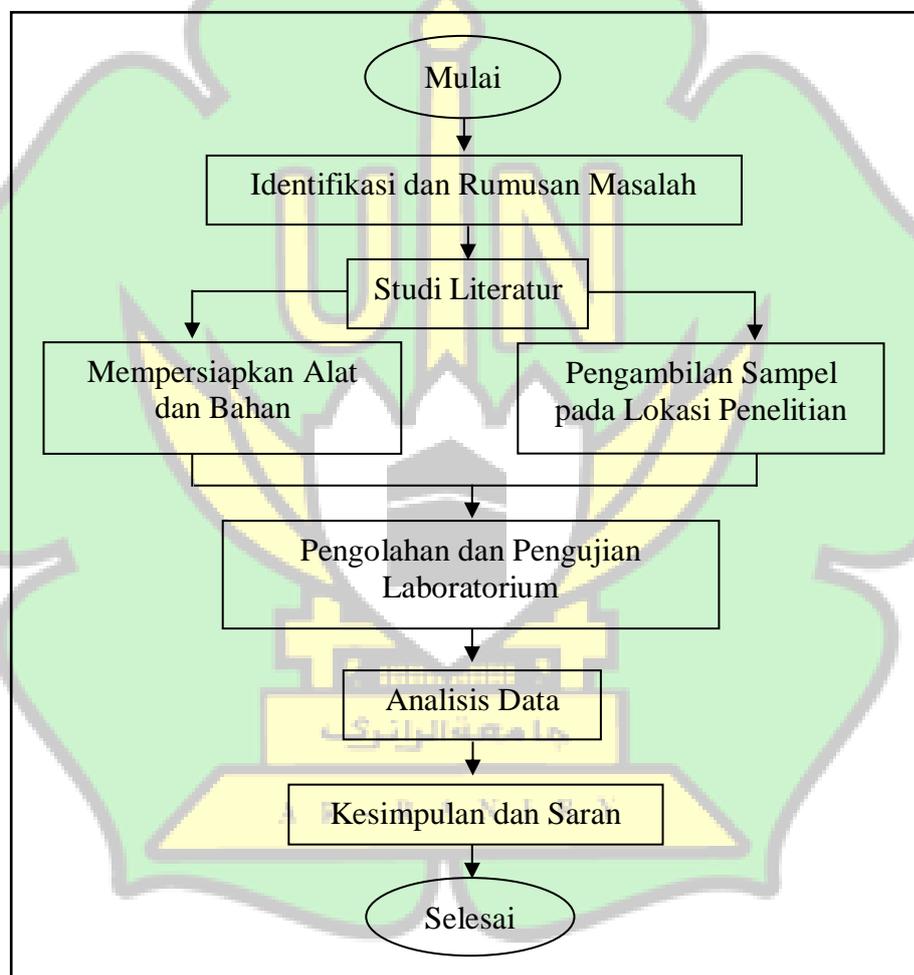
Air limbah tahu merupakan bahan yang akan diolah, dan bahan media *biofilter* yang digunakan adalah batu kerikil dan batu koral ukuran 1-5 cm.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini merupakan penelitian kuantitatif dengan melakukan eksperimen menggunakan pengolahan *biofilter* untuk mengolah limbah industri tahu. Parameter yang diuji sebelum dan sesudah eksperimen adalah BOD, COD, TSS, dan pH untuk memperoleh data-data mengenai karakteristik limbah tahu dengan pengujian *biofilter*.

Terdapat 2 (dua) jenis data yang dikumpulkan, yaitu data primer dan data sekunder, pengumpulan data primer dilakukan dengan menggunakan metode uji Laboratorium untuk mengetahui karakteristik air buangan limbah Industri Tahu seperti: BOD, COD, TSS, dan pH. Pengumpulan data sekunder seperti kondisi Industri Tahu, lingkungan sekitar dengan melakukan observasi untuk melihat secara langsung Pabrik Tahu dan proses pembuangan limbahnya.

Penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari tahapan-tahapan seperti pada bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1, adalah sebagai berikut:



(Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir)

3.1 Analisis Kualitas Air Limbah

Penelitian Tugas Akhir mencakup karakteristik limbah cair bagi Industri Tahu seperti; BOD, COD, TSS, dan pH. Pengambilan sampel air limbah tahu menggunakan metode sampling contoh gabungan waktu berdasarkan prosedur berlaku yaitu; SNI 6989.52;2008, serta dilakukan analisis data berupa analisis deskriptif yaitu data dibuat dalam bentuk Grafik dan Tabel disertai dengan narasi sebagai penjelasan. Pengujian parameter air limbah dilakukan di Badan Riset Standardisasi Industri Banda Aceh dengan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada Tabel 3.1, dan hasil analisis kualitas air limbah akan mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Tahu.

Tabel 3.1 Pengujian Kadar Parameter Air Sampel

Parameter	Sumber	Metode
BOD	SNI 06-6989.72-2009	Titras Winkler
COD	SNI 06- 6989.2-2009	Spektrofotometri
TSS	SNI 06-6989.3-2004	Spektrofotometri
pH	SNI 06-6989.11-2004	pH Meter

3.4.1 Analisis Parameter BOD

1. Preparasi contoh uji, adalah sebagai berikut:
 - a. Dikondisikan contoh uji pada suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.
 - b. Diencerkan contoh uji dengan larutan pengencer sebanyak 1 L.
2. Prosedur pengujian menurut (SNI 06-6989.72-2009), adalah sebagai berikut:
 - a. Disiapkan botol DO, diberi masing-masing botol tanda dengan A₁ dan A₂.
 - b. Diencerkan larutan contoh uji, dimasukkan dalam botol DO, ditutup botol DO untuk dihindari terbentuknya gelembung udara.
 - c. Dilakukan pengocokan, ditambahkan air bebas mineral pada sekitar tutup botol DO yang telah ditutup.

- d. Disimpan botol A₂ dalam lemari inkubator 20°C ± 1°C selama 5 hari.
- e. Dititrasi pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan botol A₁ secara iodometri (modifikasi azida).
- f. Dimasukkan sampel dalam erlenmeyer 500 ml untuk dianalisis BOD secara iodometri.
- g. Ditambahkan cairan 2 ml larutan *mangan sulfat*.
- h. Ditambahkan 2 ml larutan *alkali iodida*, ditutup botol dan dikocok botol beberapa kali, didiamkan selama 10 menit, larutan yang jernih diambil sebanyak 100 ml, dan dipindahkan dalam erlenmeyer 500 ml.
- i. Ditambah 2 ml H₂SO₄.
- j. Dihomogenkan hingga endapan terlarut, dituangkan isi botol kedalam erlenmeyer 500 ml yang diisi larutan jernih.
- k. Dititrasi larutan Na₂S₂O₃ hingga larutan berwarna coklat muda.
- l. Ditambahkan amilum 1% 2 ml, dititrasi kembali sampai larutan tidak berwarna.
- m. Dilakukan pengulangan pengerjaan tahapan e untuk botol A₂, diinkubasi 5 hari ± 6 jam.
- n. Dilakukan pengulangan untuk penetapan blangko pengerjaan a sampai e dengan digunakan larutan pengencer tanpa contoh uji. Diperoleh hasil pengukuran yang merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B₁) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (B₂).

$$\text{Efektivitas Nilai BOD}^{-5} = \frac{(\text{Kadar BOD Awal} - \text{Kadar BOD Akhir})}{\text{Kadar BOD Akhir}} \times 100\%$$

3.4.2 Analisis Parameter COD

1. Pembuatan larutan kerja, adalah sebagai berikut:
 - a. Dibuat deret larutan kerja dari larutan induk KHP dengan 1 (satu) blanko, minimal 3 kadar yang berbeda secara proporsional yang berada pada rentang pengukuran.
2. Prosedur pengujian menurut (SNI 06- 6989.2-2009), adalah sebagai berikut:
 - a. Dipipet contoh uji sebanyak 2,5 ml dan ditambahkan 1,5 ml *digestion solution* dan ditambahkan 3,5 ml larutan pereaksi asam sulfat ke dalam ampul.
 - b. Ditutup ampul dan dikocok perlahan hingga homogen.
 - c. Diletakkan ampul di pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, dilakukan refluks selama 2 jam.
 - d. Didinginkan ampul kemudian dianalisis COD pada contoh uji dengan alat COD meter.
 - e. Dipastikan alat COD meter terhubung dengan arus listrik.
 - f. Dihidupkan alat COD meter dan ditekan ON pada alat.
 - g. Dimasukkan ampul ke wadah pembacaan sampel.
 - h. Ditekan tombol “Mode”, diklik start untuk membaca hasil COD pada contoh uji.
 - i. Dicatat hasil pada alat COD meter.

$$\text{Efektivitas Nilai COD} = \frac{(\text{Kadar COD Awal} - \text{Kadar COD Akhir})}{\text{Kadar COD Akhir}} \times 100\%$$

3.4.3 Analisis Parameter TSS

1. Persiapan pengujian, adalah sebagai berikut:
 - a. Dikeringkan kertas saring dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C hingga 105°C, didinginkan dalam desikator untuk diseimbangkan suhu dan ditimbang (dicatat sebagai berat awal kertas saring).
2. Prosedur pengujian menurut (SNI 06-6989.3-2004), adalah sebagai berikut:
 - a. Dibasahi kertas saring dengan sedikit air suling.
 - b. Diaduk contoh uji dengan batang pengaduk untuk diperoleh contoh uji yang lebih homogen.
 - c. Dipipet contoh uji dengan volume tertentu, dilakukan pengadukan secara manual.
 - d. Dicuci kertas saring 3x10 ml dengan air suling, dikeringkan lalu dilanjutkan penyaringan selama 3 menit.
 - e. Dipindahkan kertas saring ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga secara hati-hati, dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dan didinginkan dalam desikator untuk diseimbangkan suhu dan ditimbang.

Dihitung dengan menggunakan rumus, adalah sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas Nilai TSS} = \frac{(\text{Kadar TSS Awal} - \text{Kadar TSS Akhir})}{\text{Kadar TSS Akhir}} \times 100\%$$

3.4.4 Analisis Parameter pH

1. Persiapan pengujian, adalah sebagai berikut:
 - a. Dikalibrasi pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat.
2. Prosedur pengujian menurut (SNI 06-6989.11-2004), adalah sebagai berikut:
 - a. Dikeringkan elektroda dengan kertas tissue, dan dibilas elektroda dengan air suling.
 - b. Dibilas elektroda dengan contoh uji.
 - c. Dicelupkan elektroda kedalam contoh uji hingga ditunjukkan pembacaan yang tetap.
 - d. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH meter.

3.2 Evaluasi Kinerja Pengolahan *Biofilter*

Berdasarkan Fajar dan Handajani (2014) penentuan efisiensi penyisihan pencemar dapat menggunakan perhitungan penurunan kadar BOD, COD, dan TSS dihitung dengan membandingkan nilai pada kadar awal dan kadar akhir yang akan dinyatakan dalam persen (%).

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Akhir}} \times 100\%$$

Pengolahan *biofilter* dengan reaktor *fixed bed digester* aliran air limbah *down flow* dalam mengolah limbah cair industri tahu menggunakan *biofilter* dari bahan plastik PVC (paralon) dengan dimensi, adalah sebagai berikut:

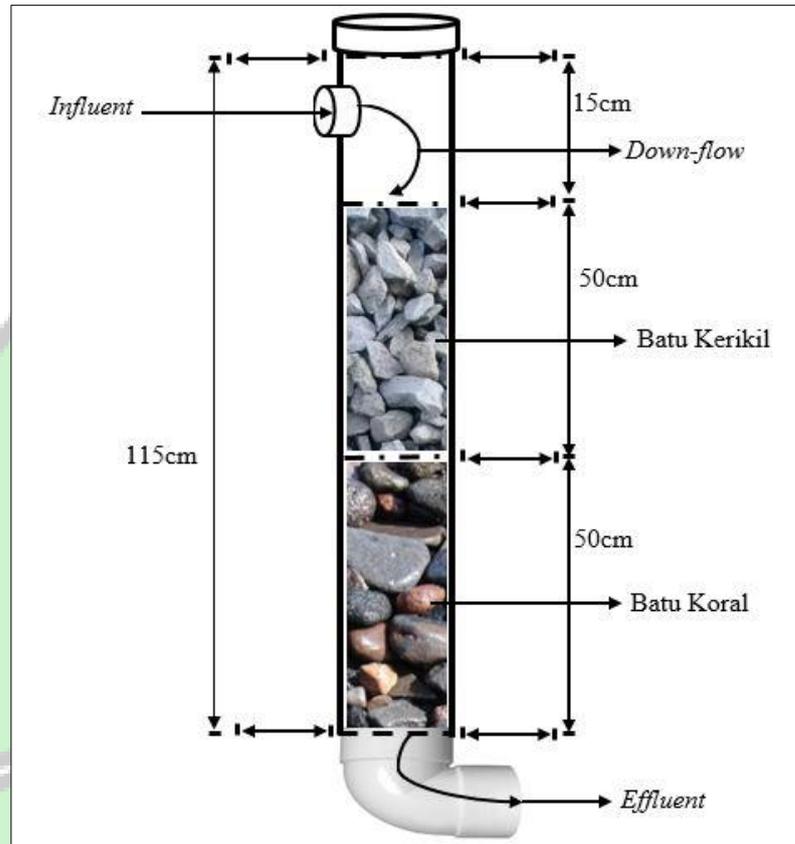
1. Reaktor *biofilter*
 - a. Tinggi total reaktor *biofilter* = 115cm
 - b. Diameter pipa PVC (D) = 10,5cm (PVC Ø 4 inchi)
2. Media filter pada reaktor *biofilter*
 - a. Bahan media = Batu Kerikil dan Batu Koral ukuran rata-rata 1-5cm
 - b. Tinggi media = 100cm (50cm untuk media batu kerikil, dan 50cm untuk media batu koral)
 - c. Porositas = 0,45
3. Volume efektif reaktor *biofilter*
 - a.
$$V_{el} = \frac{\pi D^2 H}{4} = \frac{\pi (10,5 \text{ cm})^2 (115)}{4} = 9.952 \text{ cm}^3 (9,952 \text{ L})$$
4. Volume media reaktor *biofilter*
 - a. Media *biofilter* dengan tinggi 100cm

$$V_u = \frac{2 \pi (10,5 \text{ cm})^2 (100) \text{ cm}}{4} = 17.309 \text{ cm}^3 (17,309 \text{ L})$$
 - b. Porositas filter = 0,45
 - c. Volume media *biofilter* tanpa rongga = (1 - 0,45) x 17.309 cm³ = 9.520 cm³
 - d. Volume total media *biofilter* = 0,45 x 17,309cm³ = 7.789cm³ = (7,789 L)
 - e. Volume air limbah efektif media *biofilter* = 17.309cm³ - 9.952cm³ = 7.357cm³ = (7.357L)

5. Massa Air Limbah dalam Reaktor *Biofilter*

Massa air limbah tahu dalam reaktor *biofilter* dilakukan selama 9 hari waktu pengolahan dalam reaktor.

Sketsa reaktor pengolahan *biofilter* seperti pada Gambar 3.2, adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Sketsa Pengolahan *Biofilter*

6. Perlakuan Pengolahan

Penumbuhan mikroorganisme (*biofilm*) dilakukan selama 14 hari dengan proses lekatan pada media *biofilter*, kemudian percobaan pengolahan air limbah tahu tanpa pengenceran dengan massa air limbah 9 hari dalam *biofilter*. Air limbah tahu dimasukkan ke dalam reaktor *biofilter* melalui *influent*, aliran air limbah tahu dilakukan dengan cara *down flow* pada reaktor secara gravitasi melewati media *biofilter*, dan keluar melalui *effluent*, selanjutnya *output* limbah yang dihasilkan ditampung ke wadah untuk dilakukan pengujian sampel.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Hasil Analisis Data

Penelitian ini telah dilakukan di Industri tahu Bunga Indah yang berdiri sejak Tahun 1998 di Kota Banda Aceh, yang dirintis oleh Bapak M. Nasir selaku pemilik Industri Tahu, selama kegiatan produksi tahu beroperasi Industri Tahu menghasilkan limbah dari proses kegiatan pencucian, perendaman, dan hasil air rebusan yang dialirkan secara langsung ke sungai tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Air limbah tahu menghasilkan kandungan pencemar yang tinggi, dan limbah padat berupa ampas dari sisa kegiatan produksi tahu. Limbah padat pada industri tahu ini dimanfaatkan oleh peternak untuk dijadikan pangan ternak.

Tabel 4.1 Kualitas Awal Limbah Tahu Bunga Indah

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	BOD ⁵	SNI. 6889.72-2009	mg/L	4.097,34	150
2.	COD	SNI. 6889.73-2009	mg/L	9.523,2	300
3.	TSS	SNI. 6889.3-2004	mg/L	504	200
4.	pH	-	-	6-7	6-9

(Sumber: Data Primer)

Berdasarkan Tabel 4.1. Kualitas Awal Limbah Tahu Bunga Indah, sebelum dilakukan pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan *biofilter*, dianalisis nilai kadar awal Parameter BOD, COD, TSS dan pH dapat diketahui bahwa Industri Tahu dengan skala kecil khususnya Industri Tahu Bunga Indah yang berdiri selama 22 Tahun dengan nomor SITU 503/331/DPMPTSP/2017 belum melakukan upaya pengolahan limbah yang dihasilkan setiap harinya dalam memproduksi Tahu.

Industri Tahu Bunga Indah dapat menghasilkan 300kg-400kg/hari produksi tahu setiap hari nya dengan limbah cair yang dialirkan secara langsung ke perairan, hal ini akan berdampak buruk bagi lingkungan sungai apabila tidak ada upaya untuk melakukan bentuk pengolahan air limbah terutama pengolahan air Limbah Industri Tahu. Limbah tahu Bunga Indah tidak layak dibuang langsung ke perairan dikarenakan nilai BOD, COD, TSS melebihi baku mutu air limbah, dengan demikian hasil buangan limbah tahu perlu dilakukan bentuk pengolahan sebelum di buang ke perairan.

Penelitian ini dilakukan dengan metode pengolahan menggunakan *biofilter*, dan melakukan eksperimen pada reaktor selama 9 hari masa air limbah dalam *biofilter*, serta melakukan kegiatan dokumentasi di lokasi Industri Tahu. Pengambilan sampel air limbah disalurkan pembuangan limbah (*output*) Industri Tahu sebanyak 10 liter berdasarkan SNI yang berlaku SNI 6989.52;2008, dilakukan pengolahan limbah selama masa *pandemic covid-19* di Kota Banda Aceh, setelah proses pengolahan air limbah akan diambil melalui *output* reaktor *biofilter* dan dimasukkan ke dalam wadah untuk dilakukan analisis di Kantor Baristand Kota Banda Aceh. Hasil uji laboratorium ini berupa data nilai dari tiap-tiap parameter limbah tahu sebelum pengolahan *biofilter* dan sesudah pengolahan *biofilter*, hasil pengujian ditunggu selama masa *New Normal* 30 hari kerja. Hasil analisis pada tiap-tiap parameter ini akan ditinjau dengan baku mutu lingkungan yang diberlakukan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Tahu.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

4.1.1 Hasil Analisis Parameter BOD⁻⁵

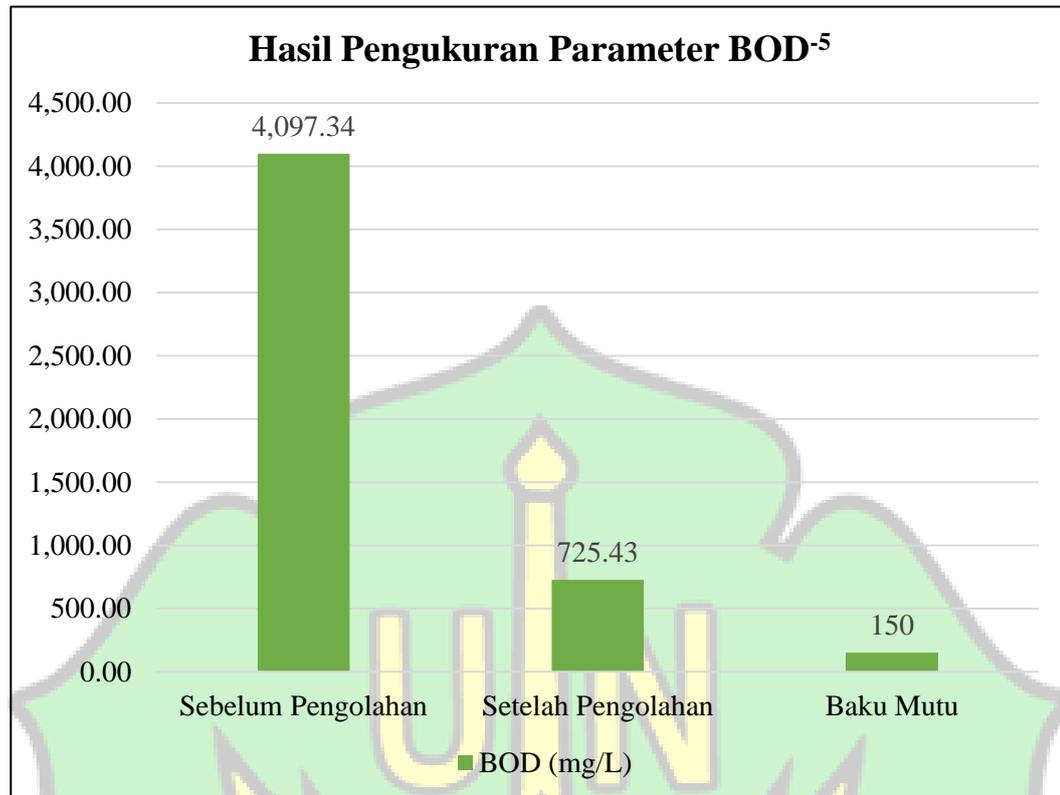
Parameter BOD⁻⁵ yang dilakukan pengujian di Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh diperoleh hasil, adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Parameter BOD⁻⁵

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Baku Mutu
		SNI.				
1.	BOD ⁻⁵	6889.72-2009	mg/L	4.097,34	725,43	150

(Sumber: Data Primer)

Berdasarkan Data hasil uji laboratorium dari Kantor Baristand Banda Aceh nilai buku mutu air limbah tahu sebelum dilakukan pengolahan pada Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Parameter BOD⁻⁵, adalah sebagai berikut: nilai BOD⁻⁵ dengan konsentrasi (4.097,34 mg/L). Hal ini menunjukkan air buangan limbah tahu di Industri Tahu Bunga Indah masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 dengan nilai BOD (150 mg/L), sehingga perlu dilakukan upaya pengolahan atau menerapkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu yang dapat mengurangi kadar pencemar bagi perairan. Penelitian yang telah dilakukan bahwa pengolahan limbah cair Industri Tahu dengan menggunakan *biofilter* menunjukkan hasil penurunan dibandingkan sebelum dilakukan bentuk pengolahan. Hasil setelah dilakukan pengolahan air limbah industri tahu dengan menggunakan *biofilter*, adalah sebagai berikut: nilai BOD⁻⁵ sebesar (725,43 mg/L).



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Penurunan Parameter BOD⁻⁵
(Sumber: Data Primer)

Efektivitas proses pengolahan limbah cair Industri Tahu dengan menggunakan *biofilter* ini dengan penerapan pengolahan limbah tahu secara anaerobik media *filter* batu kerikil dan batu koral yang dilakukan selama 9 hari masa air limbah dalam *biofilter*, dapat dilihat pada perhitungan tingkat efisiensi, adalah sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas Nilai BOD}^{-5} = \frac{(\text{Kadar BOD Awal} - \text{Kadar BOD Akhir})}{\text{Kadar BOD Akhir}} \times 100\%$$

$$\text{BOD}^{-5} = \frac{(4.097,34 \text{ mg/L} - 725,43 \text{ mg/L})}{725,43 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\text{BOD}^{-5} = 46 \%$$

Hasil perhitungan menunjukkan tingkat efektivitas pengolahan limbah cair Industri Tahu dengan menggunakan *biofilter* yaitu nilai BOD⁻⁵ sebesar (46%). Berdasarkan penelitian Bernadette Nusye Parasmita (2012) efisiensi penyisihan nilai BOD⁻⁵ mencapai (45%), dengan massa air limbah dalam *biofilter* anaerobik selama 25 jam, dengan demikian dapat dikatakan bahwa adanya pengaruh lama kontak air limbah dengan media *biofilter* terhadap penurunan BOD⁻⁵ ditunjukkan dengan semakin lama massa air limbah pada *biofilter*, semakin besar pula efisiensi BOD⁻⁵ yang dihasilkan.

4.1.2 Hasil Analisis Parameter COD

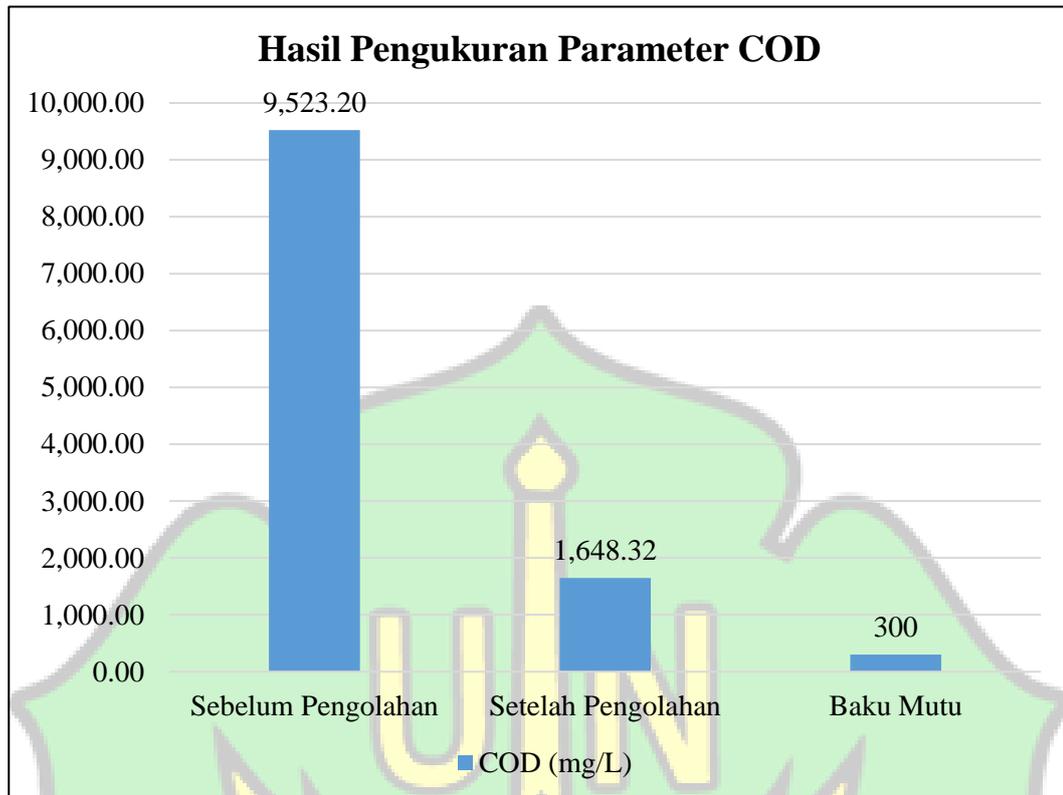
Parameter COD setelah dilakukan pengujian di Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh diperoleh hasil, adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Parameter COD

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Baku Mutu
1.	COD	SNI. 6889.73- 2009	mg/L	9.523,2	1.648,32	300

(Sumber: Data Primer)

Berdasarkan Tabel 4.3. Hasil pengukuran parameter COD yang dilakukan pengujian di Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh didapatkan hasil yaitu: sebelum pengolahan nilai COD dengan konsentrasi (9.523,2 mg/L). Hal ini menunjukkan air buangan limbah tahu di Industri Tahu Bunga Indah masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 dengan nilai COD (300 mg/L). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil setelah dilakukan pengolahan *biofilter*, adalah sebagai berikut: COD sebesar (1.648,32 mg/L).



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Penurunan Parameter COD
(Sumber: Data Primer)

Tingkat efektivitas penurunan COD pada proses pengolahan limbah cair tahu menunjukkan penerapan pengolahan limbah tahu menggunakan *biofilter* secara anaerobik media *filter* batu kerikil dan batu koral yang dilakukan selama 9 hari masa air limbah dalam *biofilter*, dapat dilihat pada perhitungan tingkat efisiensi, adalah sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas Nilai COD} = \frac{(\text{Kadar COD Awal} - \text{Kadar COD Akhir})}{\text{Kadar COD Akhir}} \times 100\%$$

$$\text{COD} = \frac{(9.523,2 \text{ mg/L} - 1.648,32 \text{ mg/L})}{1.648,32 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\text{COD} = 47 \%$$

Hasil perhitungan menunjukkan tingkat efektivitas pengolahan limbah cair industri tahu dengan menggunakan *biofilter* yaitu nilai COD sebesar (47%). Berdasarkan penelitian Husin, Amir (2008) efisiensi penyisihan nilai COD mencapai (38,97%), dengan massa air limbah dalam *biofilter* anaerobik selama 12 jam, dengan demikian dapat dikatakan adanya pengaruh lama kontak air limbah dengan media *biofilter* terhadap penurunan COD. Semakin lama massa air limbah pada media *biofilter*, semakin besar pula efisiensi COD yang dihasilkan.

4.1.3 Hasil Analisis Parameter TSS

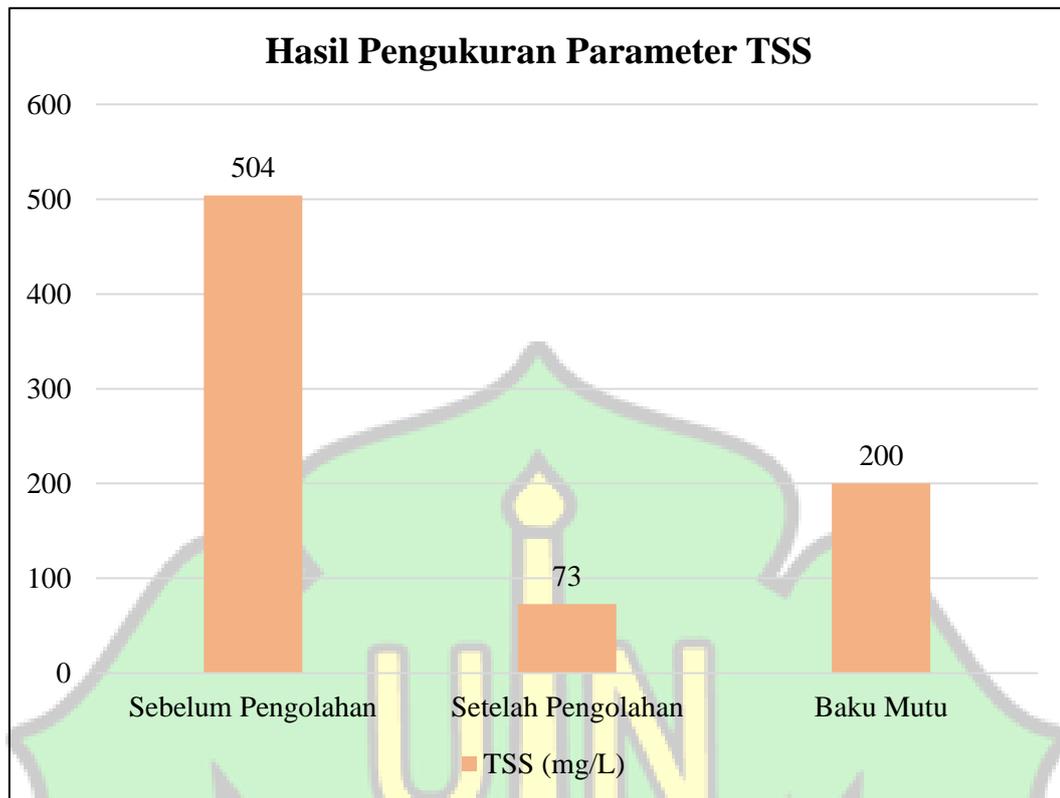
Parameter TSS setelah dilakukan pengujian di Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh diperoleh hasil, adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Parameter TSS

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Baku Mutu
1.	TSS	SNI. 6889.3- 2004	mg/L	504	73	200

(Sumber: Data Primer)

Berdasarkan Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Parameter TSS sebelum pengolahan nilai TSS dengan konsentrasi TSS (504 mg/L). Hal ini menunjukkan air buangan limbah tahu di Industri Tahu Bunga Indah masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 dengan nilai TSS (200 mg/L). Hasil setelah dilakukan pengolahan air limbah tahu dengan menggunakan *biofilter*, adalah sebagai berikut: nilai TSS (73 mg/L).



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Penurunan Parameter TSS
(Sumber: Data Primer)

Tingkat efektivitas dari parameter TSS dengan proses pengolahan limbah cair Industri Tahu menunjukkan penerapan pengolahan limbah tahu menggunakan *biofilter* secara anaerobik media *filter* batu kerikil dan batu koral yang dilakukan selama 9 hari masa air limbah dalam *biofilter*, dapat dilihat pada perhitungan tingkat efisiensi, adalah sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas Nilai TSS} = \frac{(\text{Kadar TSS Awal} - \text{Kadar TSS Akhir})}{\text{Kadar TSS Akhir}} \times 100\%$$

$$\text{TSS} = \frac{(504 \text{ mg/L} - 73 \text{ mg/L})}{73 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\text{TSS} = 59\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan tingkat efektivitas pengolahan limbah cair industri tahu dengan menggunakan *biofilter* yaitu nilai TSS sebesar (59%). Berdasarkan penelitian Bernadette Nusye Parasmita (2012) efisiensi penyisihan nilai TSS mencapai (22,69%), dengan massa air limbah dalam *biofilter* anaerobik selama 25 jam. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa adanya pengaruh lama kontak air limbah dengan media *biofilter* terhadap penurunan TSS yang menunjukkan semakin lama masa air limbah pada media *biofilter*, semakin besar pula efisiensi TSS yang dihasilkan.

4.1.4 Hasil Analisa Parameter pH

Untuk parameter pH dilakukan di lapangan/lokasi pengambilan sampel air limbah tahu diperoleh hasil, adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Parameter pH

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Baku Mutu
1.	pH		-	6-7	6-7	6-9

(Sumber: Data Primer)

Berdasarkan Tabel 4.5. Hasil Pengukuran pH, sebelum diterapkan pengolahan *biofilter* yang dilakukan dengan Kertas pH lakmus di lapangan ditemukan nilai pH yaitu pH (6-7), parameter pH dapat ditolerir keberadaannya dilingkungan karena memenuhi buku mutu, hal ini menunjukkan air buangan limbah tahu di Industri Tahu Bunga Indah untuk parameter pH. Parameter pH setelah dilakukan pengolahan air limbah menggunakan *biofilter* di lokasi peneliti didapatkan hasil yang sama, adalah sebagai berikut: pH (6-7).

4.1.5 Hasil Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan *Biofilter* Ditinjau dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu

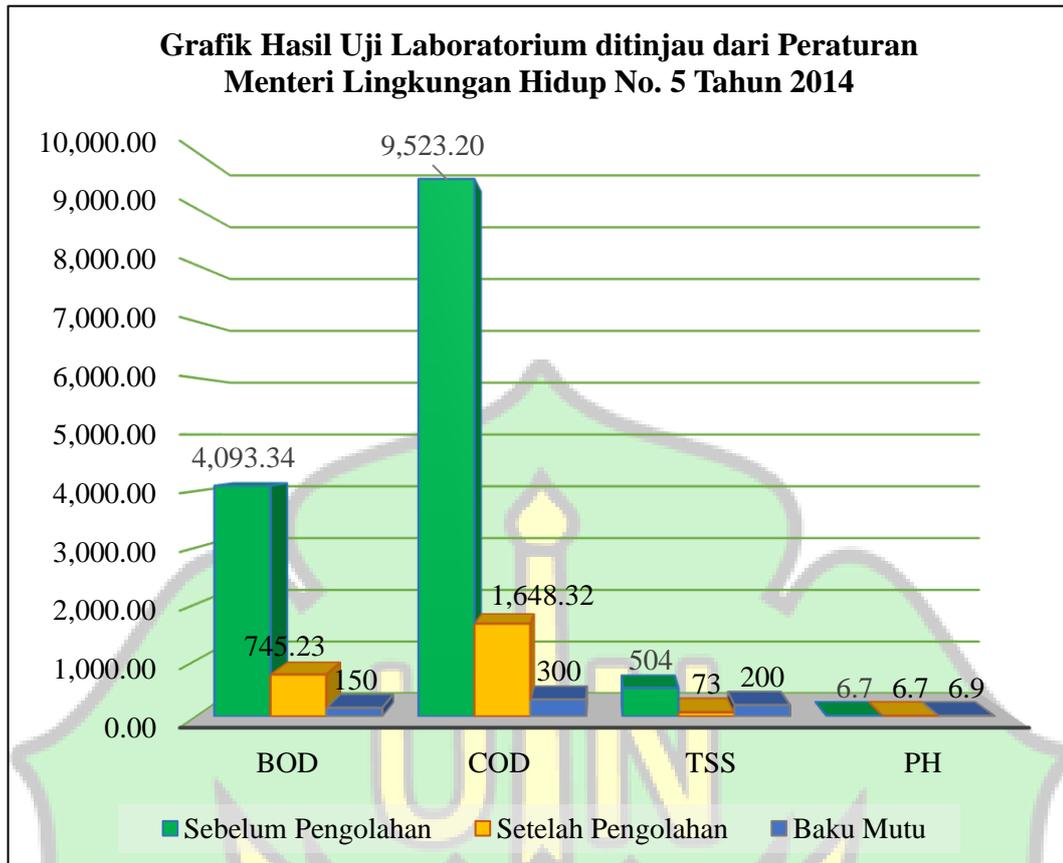
Penelitian ini telah didapatkan Data berupa nilai tiap-tiap parameter sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan air limbah, yang diperoleh dari Instansi Badan Riset Standardisasi Industri Banda Aceh. Data tersebut kemudian akan ditinjau berdasarkan standar yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Industri Tahu, adalah sebagai berikut: Berdasarkan hasil uji laboratorium dapat disimpulkan bahwa proses pengolahan limbah cair industri tahu menggunakan *biofilter* dengan proses pengolahan secara *batch*, ditemukan nilai tiap-tiap parameter, adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan *Biofilter*

No	Parameter Uji	Satuan	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Baku Mutu
1.	BOD ⁻⁵	mg/L	4.097,34	725,43	150
2.	COD	mg/L	9.523,2	1.648,32	300
3.	TSS	mg/L	504	73	200
4.	pH	-	6-7	6-7	6-9

(Sumber: Data Primer)

Berdasarkan dari Tabel 4.6. Hasil Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan *Biofilter*, menunjukkan dengan massa air limbah setelah 9 hari mengalami penurunan nilai kadar limbah tiap-tiap parameter, untuk parameter TSS yang memenuhi standar baku mutu yang berlaku. Efektivitas pengolahan air limbah tahu dipengaruhi oleh beberapa faktor, menurut Kaswinarni, (2008) massa air limbah dalam reaktor sangat mempengaruhi waktu kontak antara limbah dengan media *biofilter*, sehingga proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme menjadi lebih lama, dan kandungan bahan organik yang terurai lebih banyak, sehingga persentase penurunan kadar pencemar semakin besar.



(Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Hasil Uji)

(Sumber: Data Primer)

Pengolahan air limbah tahu dengan *biofilter* media batu kerikil dan batu koral dengan proses penyisihan substrat organik dalam limbah cair terjadi melalui dua mekanisme, yaitu: pertama proses degradasi biologis oleh mikroorganisme anaerobik yang melekat pada media filter (*biofilm*), dan kedua proses fisika yakni pemisahan padatan tersuspensi secara filtrasi sewaktu mengalir melewati media filter, di antara parameter BOD^{-5} , COD, dan TSS, yang memiliki tingkat penurunan yang baik adalah parameter TSS sebesar (59%), limbah cair yang mengalir melintasi media filter dalam reaktor media batu kerikil dan batu koral yang berjarak 50cm, sebagian besar padatan tersuspensi (TSS) tertahan pada permukaan media.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengolahan limbah cair industri tahu dengan menggunakan *biofilter* dapat disimpulkan adalah sebagai berikut:

1. Pengolahan limbah cair Industri Tahu dengan menggunakan *biofilter*, bermediakan batu kerikil dan batu koral memiliki penurunan kadar pencemar limbah cair tahu dengan tingkat efektivitas adalah sebagai berikut: BOD⁻⁵ (46%), COD (47%), dan TSS (59%).
2. Pengolahan limbah cair tahu dengan 9 hari masa air limbah dalam reaktor *biofilter* setelah pengolahan yaitu sebesar: BOD⁻⁵ (725,43 mg/L), COD (1.648,32 mg/L), TSS (73 mg/L), dan pH (6-7), dari keempat parameter tersebut parameter TSS mengalami penurunan yang baik, sehingga memenuhi Baku Mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Bagi Industri Tahu.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti, adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan Industri Tahu di Kota Banda Aceh, perlu melakukan bentuk pengolahan limbah cair tahu.
2. Penerapan IPAL Industri Tahu perlu diperhatikan oleh Pemda Kota Banda Aceh serta melakukan regulasi atau Qanun yang membahas secara khusus terhadap limbah cair Industri Tahu.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat memperhatikan media yang akan digunakan sebagai media *biofilter*, serta melakukan penambahan sistem aerobik dalam pengolahan limbah cair Industri Tahu secara biologis.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Aceh, B. K. B. (2018). *Kota Banda Aceh dalam Angka 2018*. Banda Aceh: BPS Kota Banda Aceh.
- Adibroto, T. (1997). *Teknologi Pengolahan Limbah Tahu Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob*. Kelompok Teknologi Pengolahan Air Bersih dan Limbah Cair. BPPT. Jakarta Pusat.
- Azzuro, E. Matiddi, M., Fanelli, E., Guidetti, P., La Mesa, G., Scarpato, A., Axiak, V. (2010). *Sewage Pollution Impact on Mediterranean Rocky-Reef Fish Assemblages*. *Marine Environmental Research*, 69(5), 390-397.
- Bitton, G. (2005). *Wastewater Microbiology*. John Wiley & Sons: INC. New York.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Estikarini, H. D., Hadiwidodo, M., Luvita, V. (2016). *Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Tekstil dengan Metode Ozonasi*. *Jurnal: Teknik Lingkungan*. Vol. 5. No. 1. Hal (1-11).
- Fardiaz, S. (2003). *Polusi Air dan Udara*. Institut Pertanian Bogor: Kanisius. Jawa Barat.
- Farizoglu B, Nuhoglu A, Yildiz E, Keskinler B, (2003). *The Performance of Pumice as a Filter Bed Material Under Rapid Filtration Conditions*. *Jurnal*; Vol. 40. No. 3. Hal (41-46).
- Garcia Heras, J. L. (2003). *Reactor Sizing, Process Kinetics and Modelling of Anaerobic Digestion of Complex Wastes*. *Biomethanization of the Organic Fraction Of Municipal Solid Wastes*, 31-43.

- Herlambang, A. (2002). *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Samarinda. Samarinda.
- Hidup, K. L. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Husin, A. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed*. Master's thesis: Universitas Sumatera Utara.
- Indah, L. S., Soedarsono, P., dan Hendarto, B. (2014). *Kemampuan Eceng Gondok (Eichhornia Sp.), Kangkung Air (Ipomea Sp.), dan Kayu Apu (Pistia Sp.) dalam Menurunkan Bahan Organik Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium)*. Management of Aquatic Resources Journal, 3(1), 1-6.
- Kaswinarni, F. (2007). *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali*. Semarang: Program Pascasarjana. Undip..
- Khanal, S. K. (2011). *Anaerobic Biotechnology for Bioenergy Production: Principles and Applications*. John Wiley & Sons: Ltd. Iowa. USA.
- Myrasandri, P., Syafila, M. (2012). *Potensi Pembentukan Produk Hasil Degradasi Senyawa Organik Limbah Cair Tahu Menggunakan Anaerobic Baffled Reactor Lima Kompartemen*. Jurnal Teknik Lingkungan, 18(1), 75-86.
- Marshall, K.C. (1992). *Biofilm; An Overview of Bacterial Adhesion, Activity and Control at Surface*, dalam; Jamilah, I. Syafruddin, dan Mizarwati, (1998). *Pembentukan dan Kontrol Biofilm Aeromonas hydroplila pada Bahan Plastik dan Kayu*. Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian USU. Medan.

- Mata Alvarez, J. (Ed.). (2002). *Biomethanization of The Organic Fraction of Municipal Solid Wastes*. IWA publishing. Cornwall. UK.
- Metcalf. Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse*. 4th ed : McGraw Hill Book Co. New York.
- Nohong, N. (2010). *Pemanfaatan Limbah Tahu sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmiun dan Besi dalam Air Lindi TPA*. Jurnal Pembelajaran Sains, 6(2), 257-269.
- Nusy Parasmita, B. (2012). *Studi Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Parameter BOD⁻⁵, COD Dan TSS Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-Aerob (Studi Kasus: TPA Ngronggo, Kota Salatiga, Jawa Tengah)*. Doctoral dissertation; Universitas Diponegoro.
- Purnaningtias, A., & Afiuddin, A. E. (2018). *Pemanfaatan Botol Plastik Bekas sebagai Biofilter Aerobik dalam Penurunan Konsentrasi COD, BOD pada Air Limbah Laboratorium Kesehatan*. In Conference Proceeding on Waste Treatment Technology Vol. 1, No. 1. Hal (51-56).
- Pramita, A., & Sari, E. D. P. (2019). *Penurunan BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solids) Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Proses Anaerobik Biofilter*; Journal of Research and Technology, 5(1), 21-29.
- Pohan, N. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik*. Program Pasca Sarjana USU. Medan.
- Pujiastuti, P. (2014). *Perbandingan Efisiensi Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Aerasi; Floklasi; Biofilter Anaerob dan Biofilter Anaerob-Aerob Ditinjau dari Parameter BOD⁻⁵ dan COD*. Fakultas Teknik; Universitas Setia Budi. Surakarta.

- Rittmann, B. E., & McCarty, P. L. (2012). *Environmental Biotechnology: Principles and Applications*. Tata McGraw-Hill Education.
- Ratnawati, B. (2010). *Penurunan COD Limbah Tahu dengan Biofilter Media Kerikil*. Doctoral Dissertation; Universitas Diponegoro.
- Said, N. I., & Marsidi, R. (2011). *Mikroorganisme Patogen dan Parasit di dalam Air Limbah Domestik serta Alternatif Teknologi Pengolahan*. *Jurnal Air Indonesia*, 1(1).
- Said, N. I., & Wahjono, H. D. (1999). *Teknologi Pengolahan Air Bersih dengan Proses Saringan Pasir Lambat Up Flow*. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi; Jakarta.
- Said, N. I. (2002). *Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Proses Biologis*. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*, (79-147).
- Sanchez, E., Borja, R., Weiland, P., Travieso, L., & Martin, A. (2001). *Effect of Substrate Concentration and Temperature on The Anaerobic Digestion of Piggery Waste in a Tropical Climate*. *Process Biochemistry*, 37(5), 483-489.
- Schmidt, J. E., & Ahring, B. K. (1996). *Granular Sludge Formation in Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reactors*. *Biotechnology and Bioengineering*, 49(3), 229-246.
- Sekretariat Negara, R. I. (2009). *Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Sreekrishnan, T. R., Kohli, S., & Rana, V. (2004). *Enhancement of Biogas Production from Solid Substrates Using Different Techniques*. a review. *Bioresource technology*, 95(1), 1-10.

Speece, R. E. (2008). *Anaerobic Biotechnology and Odor/Corrosion Control for Municipalities and Industries*. Field Publishing. Inc: Tennessee. USA.

Sulaeman, D. (2009). *Draft Pedoman Desain Teknik IPAL Agroindustri*. Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta.

Tay, J. H. (1990). *Biological Treatment of Soya Bean Waste*. Water Science and Technology, Jurnal Vol. 22. No. 9. Hal (141–147).

Woodard, F. (2001). *Industrial Waste Treatment Handbook*. Butterworth Heinemann: Oxford. UK.

Ward, A. J., Hobbs, P. J., Holliman, P. J., & Jones, D. L. (2008). *Optimisation of The Anaerobic Digestion of Agricultural Resources*. Bioresource Technology, 99(17), 7928-7940.

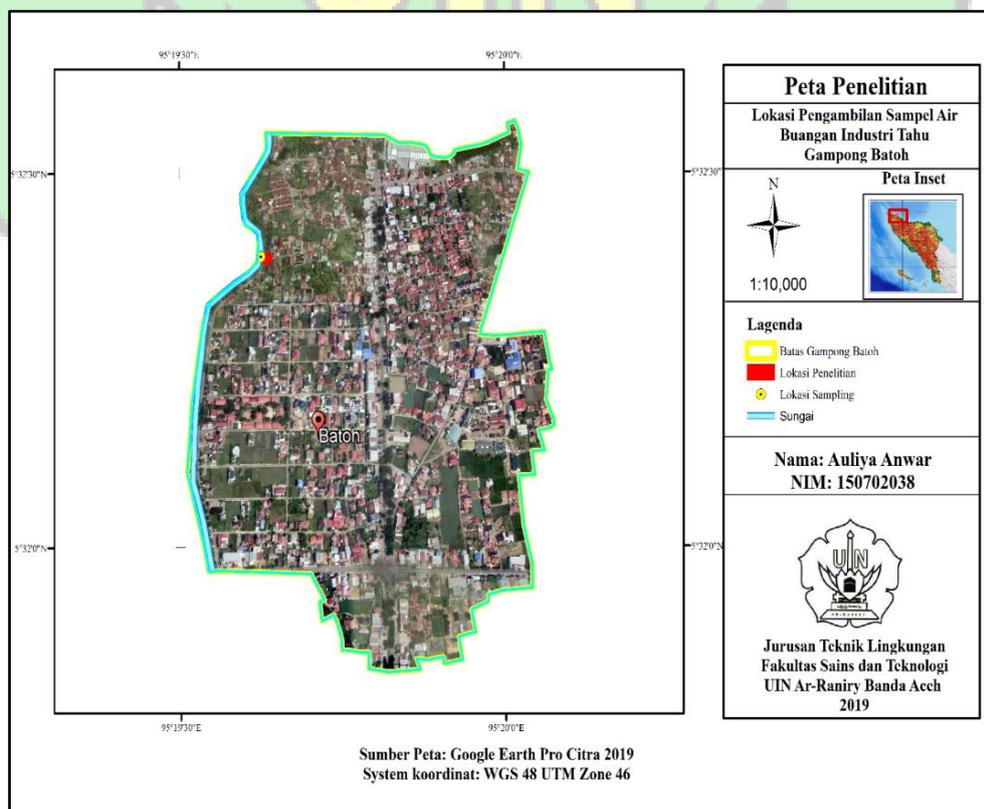
Zahra, L. Z. (2015). *Pengolahan Limbah Rumah Makan dengan Proses Biofilter Aerobik*. Doctoral Dissertation; Institut Teknologi Sepuluh November.



LAMPIRAN I
DOKUMENTASI LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL PENELITIAN



Gambar 1. (Lokasi; Krueng Nek Mbok. Jln. Lampoh Bungoeng, di Desa Batoh. Kecamatan Lueng Bata. Kota Banda Aceh).



Gambar 2. (Titik Sampling di Desa Batoh, Lueng Bata, Kota Banda Aceh).

LAMPIRAN II
DOKUMENTASI PEMBUATAN REAKTOR *BIOFILTER*



Gambar 1. Dob sebagai Penutup pada *Biofilter*



Gambar 2. *Elbow* 4 Inchi sebagai Sambungan pada *Efluent*



Gambar 3. Elbow 1 Inchi sebagai *Influent* dan Penutup pada *Efluent*



Gambar 4. Pipa PVC 4 Inchi dengan Tinggi Total 115cm dan pembuatan *biofilter*



Gambar 5. Media *Biofilter* Batu Kerikil dan Batu Koral



Gambar 6. Reaktor *Biofilter*

LAMPIRAN III
DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Gambar 1. Tempat Industri Tahu Bunga Indah



Gambar 2. Pemilik Industri Tahu Bapak M. Nasir



Gambar 3. Tempat Produksi Tahu



Gambar 4. Limbah Padat Dari Produksi Tahu



Gambar 5. Wawancara Pekerja Produksi Tahu



Gambar 6. Wawancara Pengangkut Limbah Padat



Gambar 7. Pengambilan Sampel Air Limbah (AI) dan (AII)



Gambar 8. Tempat Pembuangan Air Limbah Industri Tahu

LAMPIRAN IV
HASIL PENGOLAHAN LIMBAH TAHU PADA REAKTOR *BIOFILTER*



Gambar 1. Hasil Pengolahan setelah 9 Hari Massa Air Limbah dalam *Biofilter*



Gambar 2. Sebelum Pengolahan (AI) dan Setelah (AII) Pengolahan



Gambar 3. Pengantaran Sampel
Limbah Tahu (A1)



Gambar 4. Pengantaran Sampel
Limbah Tahu (AII)

LAMPIRAN V
HASIL UJI LAPANGAN DAN LABORATORIUM



Gambar 1. Pengujian pH dilokasi Pengambilan Sampel/Sebelum Pengolahan



Gambar 2. Parameter pH Menunjukkan (6-7) Pengukuran dengan pH Test Paper (0-14) *in pandemic covid-19*



Gambar 3. Pengujian pH setelah Dilakukan Pengolahan pada Reaktor *Biofilter*



Gambar 4. Parameter pH Menunjukkan (6-7) Pengukuran dengan pH *Test Paper* (0-14) in *pandemic covid-19* setelah dilakukan Pengolahan pada Reaktor *Biofilter*

	BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA)		
	Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lambeumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642 E-mail: bvs_lmba@yahoo.com Website: http://barstandaceh.kemkesperri.go.id		

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : 16 Juni 2020
Date of issue

Nomor Laporan : 844/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/6/2020
Report Number

Kepada : Auliya Anwar
To : UIN Ar-Raniry
di - Banda Aceh

Nomor Analisis : 20 - 602 s/d 603 - LC
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that examination

Dari Contoh : Limbah Tahu
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : 260/Insd/L/06/2020
BAPC Number

Keterangan Contoh : Diantar
Identify

Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji
For Analysis

Kode Contoh : " Sample A1, B1 "
Code Sample

Diambil dari : -
Taken from

Tanggal Sampling : -
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : 04 Juni 2020
Received On

Tanggal Analisis : 04 Juni 2020
Date of Analysis

Hasil : -
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji	
				Sample A1 (L.602)	Sample B1 (L.603)
1.	BOD-5	SNI. 6898.72.2009	mg/L	4.097,34	4.197,26
2.	COD	SNI. 6898.73.2009	mg/L	9.523,2	9.625,6
3.	TSS	SNI. 6898.3.2004	mg/L	504	975


BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis / LABBA,
FITRIANA DJAFAR, S.Si, MT
 NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02 Terbit/Revisi : 3/4

* Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
 * Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh

Gambar 5. Hasil Uji Sampel dari Laboratorium Baristand Kota Banda Aceh pada Sampel sebelum dilakukan Pengolahan (AI) Menggunakan Reaktor *Biofilter*

 Kementerian Perindustrian REPUBLIK INDONESIA	BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA) Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642 E-mail: lns_laba@yaho.com Website: http://baristandaceh.kemperin.go.id		 KAN Laboratorium Pengujian LP-800-EDN																						
	LAPORAN HASIL UJI <i>Report of Analysis</i>																								
Halaman : 1 dari 1 Page																									
Tanggal Penerbitan : <i>Date of Issue</i>	14 Agustus 2020	Nomor Laporan : <i>Report Number</i>	1536/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/8/2020																						
Kepada : To	Auliya Anwar UIN Ar-Raniry di - Banda Aceh	Nomor Analisis : <i>Analysis Number</i>	20 - 1029 - LC																						
Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa : <i>The undersigned certifies that examination</i>																									
Dari Contoh : <i>Of the Sample (s)</i>	Air Limbah Tahu	Nomor BAPC : <i>BAPC Number</i>	480/lnsd/LJ07/2020																						
Keterangan Contoh : <i>Identity</i>	Diantar	Untuk Analisis : <i>For Analysis</i>	Sesuai Parameter Uji																						
Kode Contoh : <i>Code Sample</i>	" Sample A2 "	Diambil dari : <i>Taken from</i>	-																						
Tanggal Sampling : <i>Date of Sampling</i>	-	Tanggal Penerimaan : <i>Received On</i>	27 Juli 2020																						
Tanggal Analisis : <i>Date of Analysis</i>	27 Juli 2020	Hasil : <i>Results</i>	-																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">Parameter Uji</th> <th rowspan="2">Metode Uji</th> <th rowspan="2">Satuan</th> <th>Hasil Uji</th> </tr> <tr> <th>Sample A2 (L.1029)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>BOD-5</td> <td>SNI. 6898.72.2009</td> <td>mg/L</td> <td>725,43</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>COD</td> <td>SNI. 6898.73.2009</td> <td>mg/L</td> <td>1.648,32</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>TSS</td> <td>SNI. 6898.3.2004</td> <td>mg/L</td> <td>73</td> </tr> </tbody> </table>					No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji	Sample A2 (L.1029)	1.	BOD-5	SNI. 6898.72.2009	mg/L	725,43	2.	COD	SNI. 6898.73.2009	mg/L	1.648,32	3.	TSS	SNI. 6898.3.2004	mg/L	73
No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji																					
				Sample A2 (L.1029)																					
1.	BOD-5	SNI. 6898.72.2009	mg/L	725,43																					
2.	COD	SNI. 6898.73.2009	mg/L	1.648,32																					
3.	TSS	SNI. 6898.3.2004	mg/L	73																					
F. 5.10.01.02		BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH Manajer Teknik LABBA,  FITRIANA D. JAFAR, S.Si, MT NIP. 19790430 200212 2 001		Terbit/Revisi : 3/4																					
* Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas * Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh																									

Gambar 6. Hasil Uji Sampel dari Laboratorium Baristand Kota Banda Aceh pada Sampel setelah dilakukan Pengolahan (AII) Menggunakan Reaktor *Biofilter*