

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN *TRICKLING*
FILTER MENGGUNAKAN MEDIA *BIOBALL***

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

FENNA FAHYRA

NIM. 180702016

**Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN *TRICKLING FILTER*
MENGUNAKAN MEDIA *BIOBALL***

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

Diajukan oleh:

FENNA FAHYRA

NIM. 180702016

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan


Banda Aceh, 05 Januari 2023
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIDN. 2013128901


Syafrina Sari Lubis, M. Si.
NIDN. 2025048003


Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh


Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN *TRICKLING FILTER*
MENGUNAKAN MEDIA *BIOBALL***

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jum'at, 19 Juli 2022
20 Dzulhijjah 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi:

Ketua,

Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.

NIDN. 2013128901

Penguji I,

Diannita Harahap, M.Si.

NIDN. 2022038701

Sekretaris,

Syafrina Sari Lubis, M. Si.

NIDN. 2025048003

Penguji II,

Arief Rahman, M.T.

NIDN. 2010038901

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 dibawah ini:

Nama : Fenna Fahyra
NIM : 180702016
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan *Trickling filter*
Menggunakan Media *Bioball*

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 kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya 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, 14 Juli 2022

Yang Menyatakan,



Fenna Fahyra

ABSTRAK

Nama : Fenna Fahyra
NIM : 180702016
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan *Trickling filter* Menggunakan Media *Bioball*
Tanggal Sidang : 19 Juli 2022
Jumlah Halaman : 72
Pembimbing 1 : Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc.
Pembimbing 2 : Syafrina Sari Lubis, M. Si
Kata Kunci : Limbah cair tahu, *trickling filter*, media *bioball*, Total koloni

Limbah cair tahu yang dialirkan langsung ke saluran pembuangan tanpa diolah terlebih dahulu dapat menjadi masalah bagi lingkungan. Salah satu teknik pengolahan air limbah adalah dengan menggunakan *trickling filter* dengan media *bioball*. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah cair tahu dengan *trickling filter* menggunakan media *bioball* dalam skala laboratorium. Penurunan konsentrasi limbah cair diamati melalui parameter nilai *chemical oxygen demand* (COD), *total suspended solid* (TSS), pH dan pengukuran total koloni pada biofilm. Eksperimen dilakukan dengan variasi jumlah media *bioball* sebanyak 50, 100 dan 150 *bioball* dan variasi waktu 8, 24, 72 dan 168 jam. Pada pengukuran COD dengan variasi 150 *bioball* menggunakan waktu 168 jam didapatkan hasil efektifitas penurunan yaitu sebesar 78,79%. Sementara itu, pada pengukuran TSS dengan variasi 150 *bioball* menggunakan waktu 168 jam didapatkan hasil efektifitas penurunan yaitu sebesar 75,93%. Sedangkan untuk eksperimen penyesuaian pH didapatkan hasil yaitu sebesar 8,3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah media *bioball* dan variasi waktu mempengaruhi proses degradasi dalam reaktor *trickling filter* dan telah memenuhi standar baku mutu sesuai dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Selanjutnya, untuk hasil total koloni bakteri yang didapatkan pada variasi 150 buah *bioball* selama dua puluh delapan hari yaitu $6,2 \times 10^5$ Cfu/ml menunjukkan bahwa semakin lama masa inkubasi biofilm dapat mempercepat laju degradasi terhadap parameter COD, TSS, dan pH pada limbah cair tahu.

ABSTRACT

Name : Fenna Fahyra
Student ID Number : 180702016
Department : Environmental Engineering
Title : *Tofu liquid waste treatment with trickling filter using bioball as media*
Date of Session : 19 July 2022
Number of pages : 72
Advisor 1 : Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc.
Advisor 2 : Syafrina Sari Lubis, M. Si
Keywords : *Tofu liquid waste, trickling filter, bioball, total colony*

Tofu liquid waste that flows directly into the sewer without being processed first can be a problem for the environment. One of the wastewater treatment techniques is to use a trickling filter with bioball media. This study aims to treat tofu liquid waste by trickling filter using bioball media on a laboratory scale. The decrease in the concentration of wastewater was observed through the parameter values of chemical oxygen demand (COD), total suspended solid (TSS), pH and measurement of total colonies in the biofilm. Experiments were carried out with variations in the amount of bioball media as much as 50, 100 and 150 bioballs and with variations in time of 8, 24, 72 and 168 hours. In measuring COD with a variation of 150 bioballs using a time of 168 hours, the results of the reduction effectiveness were 78.79%. Meanwhile, the TSS measurement with a variation of 150 bioballs using 168 hours resulted in a reduction effectiveness of 75.93%. As for the pH adjustment experiment, the result was 8.3. The results showed that variations in the amount of bioball media and time variations affected the degradation process in the trickling filter reactor and had met the quality standards in accordance with the regulation of the Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Furthermore, for the total bacterial colonies that obtained in the variation of 150 bioball media for 28 days was 6.2×10^5 Cfu/ml, it indicates that the longer the incubation period of the biofilm can accelerate the degradation rate of COD, TSS, and pH parameters in tofu liquid waste.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai *hudan lin naas* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan *rahmatan lil 'alamin* (rahmat bagi segenap alam). Shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam* utusan dan manusia pilihan, beliau lah penyampai, pengamal dan penafsir pertama Al-Qur'an.

Berkat pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi Tugas Akhir pada program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Dalam penyusunan Skripsi ini penulis mengambil judul "Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan *Trickling filter* Menggunakan Media *Bioball*". Skripsi ini penulis susun dengan sangat maksimal dan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan Skripsi Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku Pembimbing Akademik dan Kepala lab Teknik lingkungan yang telah berkenan mengarahkan dan membimbing saya.
5. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat bermanfaat pada penulisan Skripsi Tugas Akhir.
6. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si., selaku Dosen Pembimbing 2 dan Kepala lab mikrobiologi, Multifungsi yang telah berkenan memberikan saran dan solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Skripsi Tugas Akhir.
7. Ibu Nurul Huda S. Pd., yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian dan administrasi.

8. Seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan banyak bantuan.
9. Kedua orang tua dan abang yang telah memberikan motivasi, dukungan serta doa selama proses pembuatan Skripsi Tugas Akhir.
10. Amel Maysarah selaku asisten lab mikrobiologi yang sudah memberikan bantuan dan ilmu-ilmu selama penelitian di lab mikrobiologi.
11. Zurriyati Iklima, Zata Ismah, Mutia Zilda, Dwi Ardianna Arsa, Hanif dan seluruh mahasiswa Teknik Lingkungan yang sudah membantu dalam proses pembuatan Skripsi Tugas Akhir.

Banda Aceh, 05 Januari 2023

Penulis,

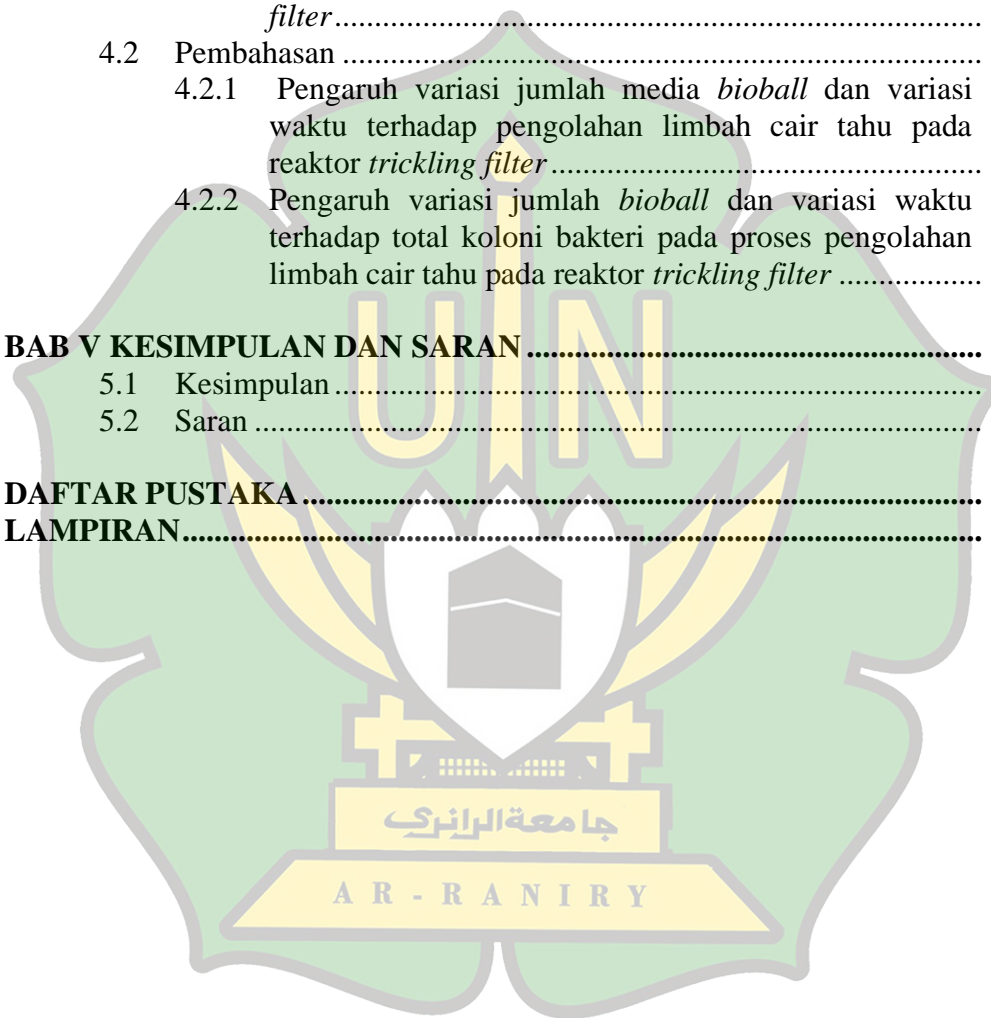
Fenna Fahyra



DAFTAR ISI

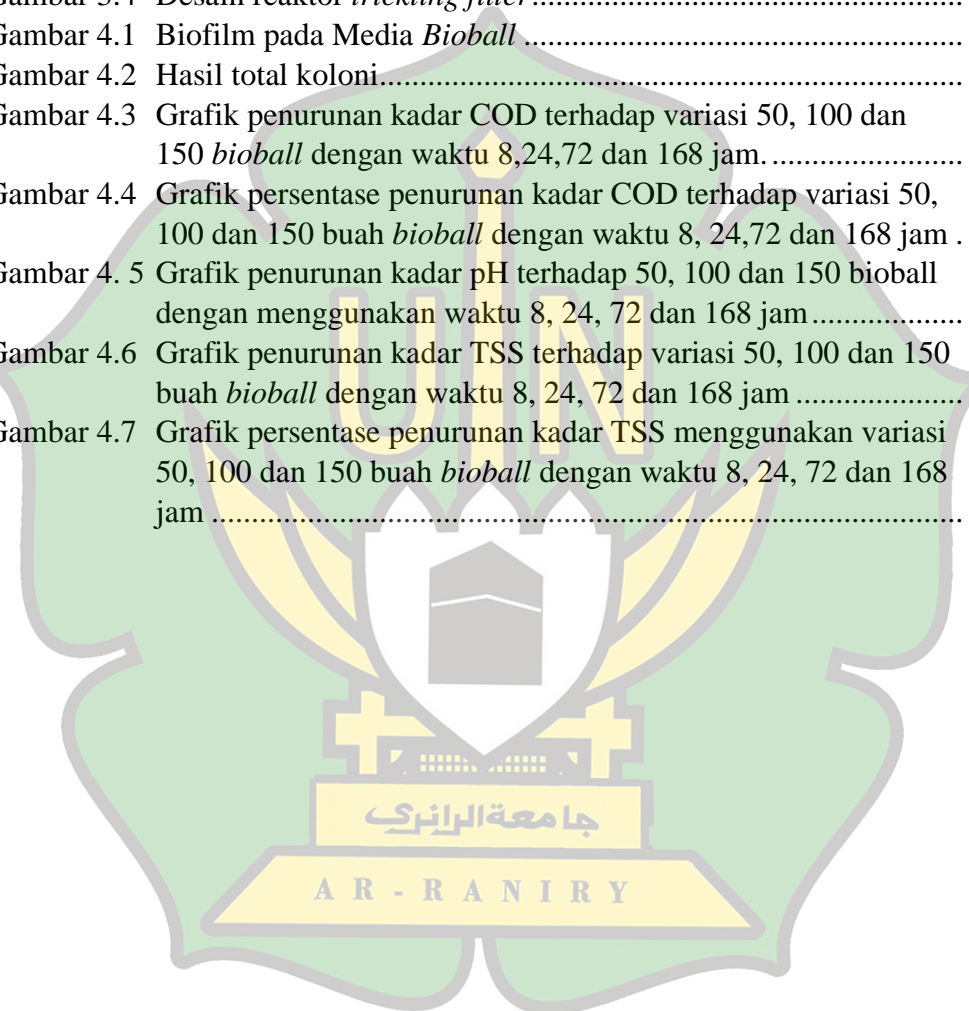
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Cair Tahu	5
2.2 Bahaya Limbah Cair Tahu terhadap Lingkungan.....	6
2.3 <i>Trickling filter</i>	7
2.4 <i>Bioball</i>	9
2.5 Penelitian Limbah Cair Tahu Terdahulu	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tahapan Penelitian.....	13
3.2 Lokasi Penelitian dan Pengambilan sampel.....	14
3.2.1 Lokasi Penelitian	14
3.2.2 Lokasi Pengambilan Sampel	15
3.3 Prosedur Pembuatan Reaktor <i>Trickling filter</i>	16
3.3.1 Alat.....	16
3.3.2 Desain Reaktor <i>Trickling filter</i>	17
3.4 Prosedur dan Tahapan Eksperimen.....	17
3.5 Pengukuran Parameter	19
3.5.1 <i>Chemical Oxygen Demand</i>	19
3.5.2 <i>Total Suspended Solid</i>	20
3.5.3 Total koloni	20
3.6 Analisis Data.....	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Eksperimen.....	23
4.1.1 Hasil pengaruh variasi jumlah media <i>bioball</i> dan variasi waktu terhadap pengolahan limbah cair tahu pada reaktor <i>trickling filter</i>	23
4.1.2 Hasil pengaruh variasi jumlah <i>bioball</i> dan variasi waktu terhadap total koloni bakteri pada proses pengolahan limbah cair tahu pada reaktor <i>trickling filter</i>	25
4.2 Pembahasan	27
4.2.1 Pengaruh variasi jumlah media <i>bioball</i> dan variasi waktu terhadap pengolahan limbah cair tahu pada reaktor <i>trickling filter</i>	27
4.2.2 Pengaruh variasi jumlah <i>bioball</i> dan variasi waktu terhadap total koloni bakteri pada proses pengolahan limbah cair tahu pada reaktor <i>trickling filter</i>	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Desain umum reaktor <i>trickling filter</i>	9
Gambar 2.2	<i>Bioball</i>	10
Gambar 3.1	Diagram alur penelitian	14
Gambar 3.2	Informasi peta lokasi pengambilan sampel.....	15
Gambar 3.3	Pengambilan sampel	16
Gambar 3.4	Desain reaktor <i>trickling filter</i>	17
Gambar 4.1	Biofilm pada Media <i>Bioball</i>	25
Gambar 4.2	Hasil total koloni.....	26
Gambar 4.3	Grafik penurunan kadar COD terhadap variasi 50, 100 dan 150 <i>bioball</i> dengan waktu 8,24,72 dan 168 jam.	28
Gambar 4.4	Grafik persentase penurunan kadar COD terhadap variasi 50, 100 dan 150 buah <i>bioball</i> dengan waktu 8, 24,72 dan 168 jam .	29
Gambar 4.5	Grafik penurunan kadar pH terhadap 50, 100 dan 150 <i>bioball</i> dengan menggunakan waktu 8, 24, 72 dan 168 jam.....	31
Gambar 4.6	Grafik penurunan kadar TSS terhadap variasi 50, 100 dan 150 buah <i>bioball</i> dengan waktu 8, 24, 72 dan 168 jam	33
Gambar 4.7	Grafik persentase penurunan kadar TSS menggunakan variasi 50, 100 dan 150 buah <i>bioball</i> dengan waktu 8, 24, 72 dan 168 jam	34



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian terdahulu terkait limbah cair tahu.....	10
Tabel 3.1	Alat Desain <i>Trickling filter</i>	16
Tabel 3.2	Alat dan Bahan Eksperimen Penyerapan Limbah Cair Tahu.....	18
Tabel 4.1	Hasil analisis parameter COD, pH, dan TSS limbah cair tahu, Desa Sukaramai, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh ..	24
Tabel 4.2	Hasil Total koloni.....	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	46
Lampiran 2. Metode Pengamatan	49
Lampiran 3 Perhitungan TSS	50
Lampiran 4. Perhitungan Efektivitas.....	53
Lampiran 5. Perhitungan Total koloni	58
Lampiran 6. Hasil Perhitungan SPSS.....	59



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan industri yang kian tumbuh di Indonesia yaitu industri tahu. Perkembangan industri di Indonesia saat ini memiliki lebih dari 84.000 unit industri tahu dan memiliki kapasitas produksi tahu sebanyak 2,56 ton/tahun (Pagoray dkk., 2021). Tahu merupakan makanan yang sangat disukai masyarakat untuk dikonsumsi sebagai lauk atau sebagai makanan ringan (Yudhistira dkk., 2018). Hal ini dikarenakan kandungan gizi berupa protein yang bersumber dari biji kedelai (Fadli dkk., 2021). Di samping itu, keberadaan industri tahu cukup potensial dalam bidang tenaga kerja yang dapat meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar, tetapi juga dapat memberi dampak negatif akibat air limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu yang berpotensi membahayakan biota dan makhluk hidup lainnya (Matilda dkk., 2018).

Proses pengolahan industri tahu akan menghasilkan limbah padat dan limbah cair (Suharto, 2019). Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, penyaringan dan pencetakan tahu (Suhairin dkk., 2020). Sebagian besar limbah cair tahu dialirkan langsung ke saluran pembuangan, sungai ataupun badan air penerima lainnya tanpa diolah terlebih dahulu, sehingga limbah cair yang dikeluarkan seringkali menjadi masalah bagi lingkungan (Kurnianto, 2020).

Dampak yang ditimbulkan akibat limbah cair tahu yang dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan akan berdampak negatif seperti polusi air, sumber penyakit, meningkatkan pertumbuhan nyamuk, dan menurunkan estetika lingkungan sekitar (Wisudawati dkk., 2019). Selain itu, limbah cair tahu dapat mengakibatkan pencemaran seperti menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap, berkurangnya oksigen terlarut dalam air dan matinya berbagai organisme dalam air (Suharto dkk., 2020). Maka, sebelum dibuang ke badan penerima air, limbah cair tahu sebelumnya harus masuk ke pengolahan. Berbagai metode dan teknik telah

diusulkan dalam pengolahan limbah cair tahu, salah satunya melalui teknik *trickling filter* dengan menggunakan media *bioball* (Saumi, 2018).

Trickling filter ialah sistem pengolahan aerobik yang menggunakan mikroorganisme melekat di media sebagai penghilang bahan organik dari limbah cair (Saumi, 2018). *Trickling filter* beroperasi dengan teknik penyebaran atau mendistribusikan air limbah ke dalam sekumpulan media biofilm seperti pada bambu, kerikil, keramik, dan plastik (Mulyani, 2018). *Trickling filter* memiliki kelebihan yaitu sederhana, relatif cocok untuk komunitas kecil, dan relatif hemat energi (Puspasari, 2018). Media yang dipakai pada *trickling filter* berfungsi sebagai tempat hidupnya bakteri yang dibutuhkan untuk dapat mengolah air sehingga kualitasnya terjaga. *Bioball* memiliki keunggulan seperti ringan, mudah dibersihkan ulang, dan mempunyai luas permukaan spesifiknya yang luas dibanding dengan media filter yang lain (Filliazati dkk., 2018). Faktor yang mempengaruhi media *bioball* yaitu besarnya variasi ketebalan media terhadap teknologi *trickling filter* (Maryani dkk., 2018). Semakin tebal media yang digunakan sehingga makin bagus juga hasil penyerapannya (Prasetyo, 2018).

Berdasarkan Rizkiyanti (2018), *trickling filter* pengolahan air limbah katering pada variasi media *bioball* dan batu yang dapat menurunkan kadar *biological oxygen demand* (BOD) sebesar 82,1% dan *chemical oxygen demand* (COD) sebesar 89,8%. Menurut hasil studi Said (2018), pengolahan limbah cair menggunakan proses lumpur aktif yang diisikan memakai media *bioball* dapat menurunkan kadar COD sebesar 78,42% dan amonia sebesar 61,41%. Menurut hasil riset Kotimah (2019), pengaruh biofiltrasi memakai media karbon aktif, *bioball* dan aerasi bisa mengurangi kandungan BOD dan *total suspended solid* (TSS) pada limbah cair industri tahu. Kemudian, efektivitas teknik biofiltrasi dengan media *bioball* dapat menurunkan kadar nitrit sebanyak 59,02%, Penentuan kadar *Total Kjeldahl Nitrogen* (TKN) sebanyak 34,22%, dan *Nitrogen Total* sebesar 23,25% (Dewi, 2019). Menurut Pramita (2020) pemakaian media *bioball* dan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) untuk biofilter aerobik dalam pengolahan air limbah dapat menurunkan kadar TSS sebesar 81, 25%, BOD sebesar 70,51%, dan minyak lemak sebesar 73, 20%.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan, setelah dilakukan perbandingan terhadap penggunaan *bioball* dan batu apung, penggunaan media *bioball* lebih efektif untuk pertumbuhan biofilm, sehingga dapat digunakan untuk proses degradasi limbah cair tahu. Sedangkan hasil eksperimen menggunakan batu apung kurang efektif dikarenakan pertumbuhan biofilm terlihat tidak ada perubahan yang signifikan, agar lebih dalam lagi bisa diperhatikan dalam Lampiran I. Hasil studi pendahuluan tersebut dapat dijadikan acuan untuk mengusulkan pengolahan dengan *trickling filter* dengan *bioball* sebagai metode yang prospektif dalam pengolahan limbah cair tahu. Selain itu, pengolahan dengan *trickling filter* membutuhkan energi dan lahan yang sangat kecil dibandingkan dengan metode-metode lainnya (Parisa, 2017), sehingga dapat diterapkan secara luas pada berbagai tingkatan. Kelebihan tersebut dapat menjadikan metode ini sebagai metode yang sangat prospektif dan ramah lingkungan di masa-masa mendatang. Namun, belum ada investigasi yang mendalam mengenai pengolahan limbah cair tahu dengan metode *trickling filter* menggunakan media *bioball*. Sehingga, peneliti ini melakukan penelitian mengenai pengolahan limbah cair tahu dengan *trickling filter* dan penggunaan media *bioball*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi jumlah media *bioball* dan variasi waktu terhadap pengolahan limbah cair tahu pada reaktor *trickling filter*?
2. Bagaimana pengaruh variasi jumlah *bioball* dan variasi waktu terhadap total koloni bakteri pada proses pengolahan limbah cair tahu pada reaktor *trickling filter*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah media *bioball* dan variasi waktu terhadap pengolahan limbah cair tahu pada reaktor *trickling filter*.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah *bioball* dan variasi waktu terhadap total koloni bakteri pada proses pengolahan limbah cair tahu pada reaktor *trickling filter*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, dapat menambah informasi bahwa penggunaan teknologi *trickling filter* dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair tahu.
2. Bagi masyarakat, dapat meningkatkan pemahaman di bidang informasi mengenai penurunan kadar limbah cair tahu dengan parameter COD, TSS, pH menggunakan metode *trickling filter* dengan media *bioball*.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun Batasan penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengolahan limbah cair tahu dengan metode *trickling filter* dipengaruhi oleh jenis media, diameter media, jumlah media, waktu, pH, suhu, dan aerasi. Namun pada penelitian ini hanya menguji pengaruh variasi jumlah media dan pengaruh waktu terhadap pengolahan limbah cair tahu.
2. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor: P.05/Menlhk-Setjen/2014 dapat dilihat pada Lampiran 7, air limbah harus memenuhi parameter yang telah diatur, yaitu pH, BOD, COD, TSS, Namun, pada penelitian ini hanya menguji parameter COD, TSS, pH dan Total koloni. Pada penelitian ini hanya dilakukan pengujian untuk skala eksperimen di Laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu berasal dari buangan atau sisa pengolahan kedelai menjadi tahu yang terbuang karena tidak terbentuk dengan baik menjadi tahu sehingga tidak dapat dikonsumsi. Limbah tahu sendiri terbagi menjadi dua jenis yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan. Limbah ini terjadi karena adanya sisa air tahu yang tidak menggumpal, potongan tahu yang hancur karena proses penggumpalan yang tidak sempurna serta cairan keruh kekuningan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap bila dibiarkan (Mayasari, 2018). Akan tetapi, tahu juga memiliki sumber protein, tahu juga mengandung beragam nutrisi, seperti karbohidrat, serat, dan lemak. Kandungan asam amino esensial dan berbagai mineral, seperti kalsium, selenium, fosfor, magnesium, dan zat besi (Rizal, 2020).

Limbah industri tahu pada umumnya dibagi menjadi dua bentuk yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu (Maulani, 2021). Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Sedangkan limbah pada yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan (Subekti, 2018).

Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan atau percetakan tahu (Subekti, 2018). Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih. Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung

tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan (Suhairin, 2020).

Analisis kualitas limbah bisa dilaksanakan dengan memanfaatkan indikator biologi dan kimia. Indikator biologi ialah korelasi perilaku komunitas di alam dan lingkungan. Adapun indikator kimia dilaksanakan dengan menganalisis BOD, COD, pH, TSS, dan total koloni (Andika dkk., 2020). *Chemical Oxygen Demand* (COD) ialah kebutuhan oksigen kimia dalam penguraian semua bahan organik yang ada di dalam airnya (Royani dkk., 2021). *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) ialah kebutuhan oksigen biologis yang dibutuhkan bagi mikroorganisme (umumnya bakteri) sebagai pemecah bahan organik dengan aerobik (Daroini, 2020). pH ialah derajat keasaman yang dipakai dalam menyatakan tingkatan keasaman atau kebasaan yang ada pada sebuah larutannya (Zulius, 2017). *Total Suspended Solid* (TSS) ialah tempat berlangsung reaksi-reaksi heterogen, yang fungsinya menjadi bahan pengendap yang sangat awal dan bisa menghambat kemampuannya memproduksi zat organik pada sebuah perairan (Jiyah, 2017).

2.2 Bahaya Limbah Cair Tahu terhadap Lingkungan

Permasalahan lingkungan yang terjadi sekarang didominasi terdapat pada air limbah yang asalnya dari aktivitas rumah tangga dan industri. Air limbah yang tidak diolah dapat berdampak terhadap perairan (Nasihah dkk., 2018). Limbah cair yang dianggap tidak lagi bermanfaat bagi masyarakat akan dibuang langsung ke lingkungan sehingga yang melewati kemampuannya alam dalam menerima dan menampung dapat menimbulkan dampak bagi lingkungan tercemar, hingga bisa berbahaya untuk kesehatan manusia (Pratiwi dkk., 2018). Adapun untuk standar baku mutu limbah cair tahu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No: P.05/Menlhk-Setjen/2014 dapat dilihat pada Lampiran 7.

Pengolahan limbah cair yang tidak sesuai dapat berdampak negatif dari bidang lingkungan seperti mengalami tercemar pada badan air, sungai dan telaga, yang bisa membuat matinya ikan dan biota air yang hidup di dalamnya (Fardiyan, 2021). Meningkat debit limbah cair tahu yang tidak diseimbangi dengan meningkatnya badan air penerima adapun pada aspek kapasitas ataupun kualitas,

maka dapat berakibat bertambahnya jumlah limbah cair yang masuk ke dalam badan air tersebut bisa lebih dari daya penampungan ataupun daya dukung (Putra, 2021). Jika limbah langsung dibuang ke lingkungan bisa membuat menurunnya kualitas lingkungan (Elystia, 2017). Air limbah umumnya dibuang langsung dengan tidak ada diolah sebelumnya menuju saluran pembuangan, sungai ataupun badan air penerima lain, tersebut dapat membuat limbah cair tahu kebanyakan mengalami permasalahan dalam lingkungan sekitar (Istirokhatun dkk., 2017). Menurut (Sutrisno dkk., 2018) jika membiarkan limbah cair terakumulasi dengan begitu saja ke permukaan, sehingga dapat mengalami proses dekomposisi bahan organik di air limbah itu maka membuat keluar bau dan gas gas yang kurang sedap, tersebut dapat merusak estetika dan menimbulkan bermacam bibit penyakit karena lahirnya bakteri patogen.

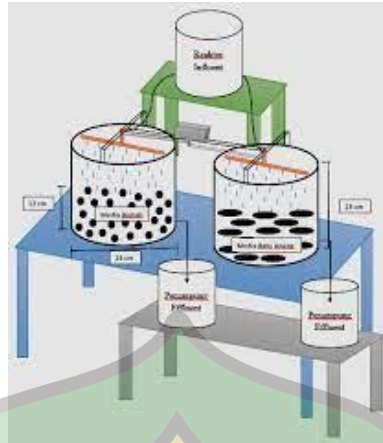
Menurut Suropto (2017) air limbah cair juga sangat merusak lingkungan, contohnya menurun kualitas tanah dan air hingga dapat menimbulkan bau yang tidak sedap. Kemudian, tercemarnya lingkungan oleh limbah apabila dibuang ke badan air contohnya sungai maka nilai estetika dari lingkungan itu dapat berkurang, pencemaran lingkungan tersebut dapat tampak dilihat dan terjadi perubahan fisik air misalnya air menjadi keruh (Siagian, 2018). Kegiatan keseharian yang dilakukan seperti mandi dan beberapa aktivitas lainnya yang biasa dianggap biasa saja tetapi memperoleh sisa buangan yang bisa berbahaya untuk orang itu sendiri serta lingkungannya (Ramadhani, 2021). Limbah juga dapat menimbulkan perubahan warna dan bau, yang mana adanya bau busuk yang menyengat sekali berasal dari limbah yang dihasilkan atau dibuang pada sungai dan selokan (Hikamah, 2019).

2.3 *Trickling filter*

Trickling filter ialah sistem pengolahan aerobik yang menggunakan mikroorganisme melekat di media sebagai penghilang bahan organik dari air limbah (Khawari, 2018). Menurut Novitrianingsih (2017), *trickling filter* ialah proses pengolahan dengan teknik menyebarkan limbah cair pada sebuah tumpukan atau unggun media yang mencakup bahan batu pecah kerikil, bahan keramik, sisa sisa tanur (*slag*), medium berbahan plastik atau lain. Proses pengolahannya limbah cair

memakai sistem *trickling filter* tidak jauh dengan sistem lumpur aktif, yang mana mikroorganismenya berkembangbiak dan melekat di permukaan media penyangganya (Nasoetion dkk., 2017). *Trickling filter* berjalan dengan teknik menyebar atau mendistribusi limbah cair ke dalam unggun media biofilm yang mencakup bambu, kerikil, keramik, plastik dan lainnya (Mulyani, 2018). Proses penggunaan *trickling filter*, media berperan sangat penting maka perlu media yang sifatnya kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, dan tidak mudah berubah bentuknya (Saumi, 2018). *Trickling filter* ialah pengolahan air limbah dengan jenis tumbuhnya mikroorganismenya terlekat (*attached growth*), mikroorganismenya tersebut dapat menempel di biofilm yang tercipta dalam media *trickling filter* (Agustina dkk., 2019).

Proses pengolahannya yaitu dengan mengalirkan air limbah dari atas dengan bantuan *sprinkler* yang berputar untuk mendistribusikan air secara kontinu, kemudian terjadi proses pengolahan ketika air mengalir melalui media dan kontak dengan biofilm (Harahap, 2020). Menurut Febrion (2018) sistem kerja *trickling filter* yaitu dengan cara penyebaran limbah cair ke dalam tumpukan media mencakup kerikil, keramik, plastik, bambu dan lainnya. Faktor-faktor yang memengaruhi penggunaan *trickling filter* yaitu jenis media, diameter media, ketebalan media, lama waktu tinggal, pH, suhu dan aerasi (Parisa, 2017). Metode *trickling filter* mempunyai banyak keuntungan, antara lain desain dan alatnya sangat sederhana, alat yang digunakan relatif tidak memerlukan lahan yang luas, bahan yang digunakan ada di lingkungan sekitar, dan pengoperasiannya sederhana dan reaksi yang terjadi cukup efektif (Fardiyansyah, 2017). Adapun contoh desain reaktor *trickling filter* ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Desain umum reaktor *trickling filter*

2.4 *Bioball*

Bioball merupakan bahan sintetis yang digunakan sebagai media filtrasi yang bisa menyaring kotoran besar, penyebaran air pada sistem filtrasi (Nurhidayanti dkk., 2021). Media biofilter yang memakai *bioball* bisa membentuk biofilm yang berfungsi sebagai tempatnya nutrisi sebagai pertumbuhan populasi mikroorganismenya dan dapat mendorong pelepasan sel-sel pada permukaan di sistem yang mengalir (Pramita dkk., 2020). Media *bioball* pada reaktor berfungsi menjadi filtrasi dan dapat mengadsorpsi padatan yang tersuspensi, terjadinya proses tersebut sebabnya partikel-partikel media bisa mempertahankan partikel-partikel solid yang ada di limbah cair tersebut dan mendegradasi hampir seluruh bahan organik, yang dapat memengaruhi konsentrasi padatan tersuspensi (Syarifudin dkk., 2019).

Media *bioball* memiliki keunggulan yang diantaranya memiliki luas spesifik yang sangat besar, pemasangan sederhana, ringan, mudah dicuci ulang, ekonomis, dan didapatkan dengan mudah, media *bioball* dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Pasaribu, 2020). Menurut Khairani (2019) keunggulan yang dimiliki oleh media *bioball* antara lain adalah memiliki luas spesifik yang lumayan besar, pemasangan sederhana, maka sesuai dimanfaatkan bagi instalasi pengolahan air limbah skala kecil. *Bioball* fungsinya menjadi tempat hidupnya bakteri-bakteri yang dibutuhkan sebagai penjaganya kualitas air (Filliazati dkk., 2018). Pemakaian *bioball* didasari dengan kelebihan media tersebut yang luas permukaan spesifiknya besar maka

pertumbuhan mikroorganismenya dialami dengan sangat baik (Hasanah, 2017). Penggunaan media *bioball* dalam pengolahan limbah bertujuan sebagai tempat hidup mikroorganisme (Siswanti dkk., 2018)



Gambar 2.2 *Bioball*

2.5 Penelitian Limbah Cair Tahu Terdahulu

Pengolahan limbah cair tahu pernah dilakukan dengan beberapa metode pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu terkait limbah cair tahu

No	Nama	Tahun Penelitian	Metode Pengolahan Yang Digunakan	Parameter yang digunakan	Efektivitas Yang Dihasilkan
1	Mega Filliazati, Isna Apriani, dan Titin Anita Zahara	2018	Pengolahan Limbah Cair dengan <i>Biofilter Aerob</i> Menggunakan Media <i>Bioball</i> dan Tanaman Kiambang	BOD dan Minyak Lemak	Mampu menurunkan kadar BOD sebanyak 68,98% dan minyak lemak sebanyak 96,60%
2	Tri Mulyani Dan Fifi Ayu Mustika (2018)	2018	Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Teknologi <i>Bioreaktor Trickling filter</i>	BOD dan COD	Mampu menurunkan kadar BOD menjadi 58,9744 % dan COD 32,693 %.

3	Aisyah Rahmatus Saumi dan Yayok Suryo Purnomo	2018	Penurunan BOD5 dan Fenol Limbah Kawasan Industri dengan Ketebalan Media <i>Trickling filter</i> Bervariasi	COD dan BOD	Mampu menurunkan kadar COD menjadi 32,693 % dan BOD menjadi 58,9744 %
4	Deni Maryani, Ali Masduqi dan Atiek Moesriati	2018	Pengaruh Ketebalan Media dan <i>Rate filtrasi</i> pada <i>Sand Filter</i> dalam Menurunkan Kekeruhan dan <i>Total Coliform</i>	Coliform dan Kekeruhan	Mampu menurunkan kadar bakteri Coliform sebesar 99%. Dan kekeruhan sebesar 98, 27%
5	Desi Fatimatur Rizkiyanti, Taty Alfiah	2018	Kinerja <i>Trickling filter</i> untuk Mengolah Limbah Cair Katering dengan Variasi Media <i>Bioball</i> dan Batu Apung Ditinjau dari Parameter BOD dan COD	COD dan BOD	Mampu menurunkan kadar BOD sebanyak 82,1% dan COD sebanyak 89,8%
6	Nusa Idaman Said dan Kristianti Utomo	2018	Pengolahan Air Limbah Cair Dengan Proses Lumpur Aktif yang Diisi dengan Media <i>Bioball</i>	COD dan Amonia	Mampu menurunkan kadar COD sebesar 78,42% dan Amonia sebesar 61,41%

7	Ayu Pramita, Dwi Novia Prasetyanti, dan Dini Nur Fauziah	2020	Penggunaan Media <i>Bioball</i> dan Tanaman Kayu Apu (<i>pistia Stratiotes</i>) Sebagai <i>Biofilter Aerobik</i> pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga	TSS, BOD dan Minyak Lemak	Mampu menurunkan kadar TSS sebesar 81,25%, BOD sebesar 70,51% dan kandungan minyak lemak sebesar 73,20%
8	Yusriani Sapta Dewi dan Mega Masithoh	2019	Efektivitas Teknik Biofiltrasi dengan Media <i>Bioball</i> Terhadap Penurunan Kadar Nitrogen Total	Nitrit, TKN dan Nitrogen Total	Mampu menurunkan kadar Nitrit sebanyak 59.02%, TKN sebanyak 34.22% dan Nitrogen Total sebanyak 23.25%.



BAB III

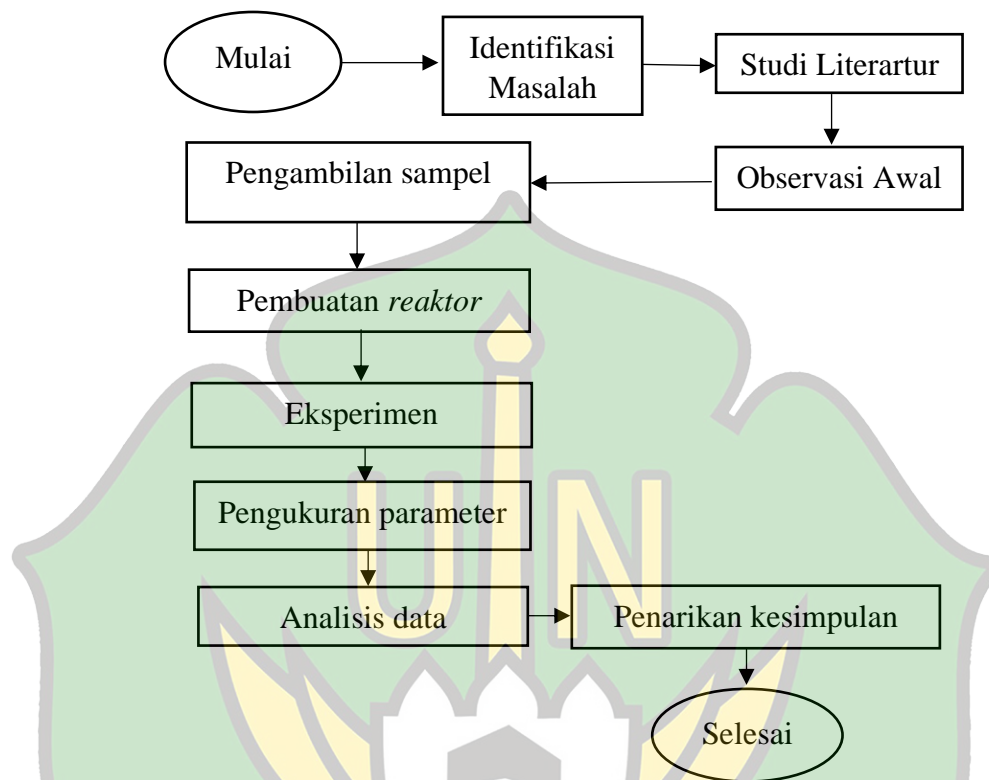
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian mencakup langkah-langkah penelitian dari awal hingga akhir, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah untuk mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan pengolahan limbah cair tahu berdasarkan fakta-fakta.
2. Studi literatur untuk mencari dan mempelajari teori yang dipakai pada penelitian ini dengan membaca jurnal-jurnal, literatur, serta referensi lain yang memiliki hubungan terhadap penelitian yang akan dilaksanakan.
3. Observasi awal untuk bertujuan untuk meninjau dan mengamati pada lokasi ke pengambilan sampel.
4. Pengambilan sampel.
5. Pembuatan reaktor *trickling filter* untuk melakukan tahapan eksperimen limbah cair tahu menggunakan media *bioball*.
6. Tahapan eksperimen untuk dilakukan dengan metode *trickling filter* menggunakan media *bioball*.
7. Pengecekan parameter untuk pengecekan parameter COD, pH, TSS, dan total koloni yang ada di sampel limbah cair tahu yang telah dilakukan eksperimen dengan perlakuan variasi media *bioball* dan waktu.
8. Analisis data. Tahapan ini bertujuan untuk menganalisis data sehingga diketahui efisiensi terhadap pengujian sampel limbah cair tahu.
9. Penarikan kesimpulan untuk mengetahui efektivitas *trickling filter* menggunakan media *bioball* untuk menurunkan parameter limbah cair tahu.

Secara keseluruhan, alur penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat dalam diagram alur Gambar 3.1



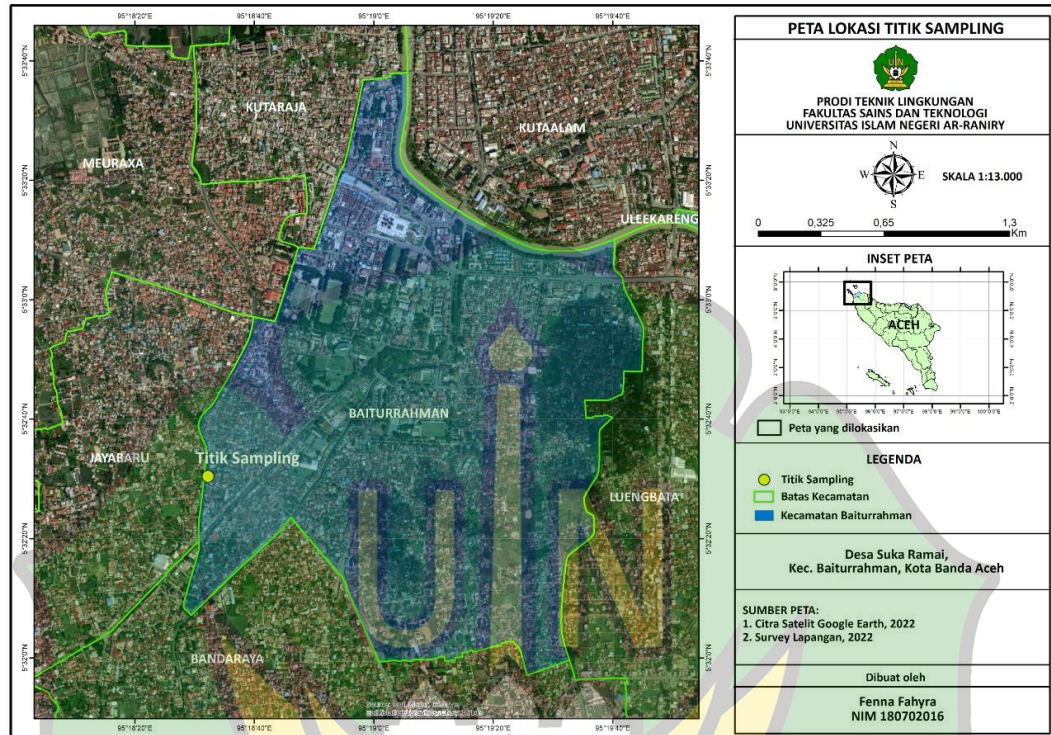
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.2 Lokasi Penelitian dan Pengambilan sampel

3.2.1 Lokasi Penelitian

Sampel yang diambil dalam penelitian ini yaitu limbah cair tahu yang berasal dari saluran pembuangan air limbah yang berasal dari pabrik tahu di Desa Sukaramai, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh dapat dilihat pada Gambar 3.2. Berdasarkan hasil observasi awal yang dilaksanakan pada Desa Sukaramai, diketahui pada saluran air limbah cair tahu yang diperoleh oleh masyarakat langsung dibuang pada lingkungan. Hal ini akan mengganggu kenyamanan hidup dan kurangnya nilai estetika. Eksperimen ini dilaksanakan pada Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Jalan Lingkar kampus UIN Ar-Raniry, Rukoh, Darussalam sebagai tempat pembuatannya *trickling filter*. Pengukuran

parameter COD, pH, TSS, dan Total koloni di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.



Gambar 3.2 Informasi peta lokasi pengambilan sampel

3.2.2 Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilaksanakan dengan cara *grab sampling* atau sesaat. Pengambilan dilaksanakan di saluran sebelum masuknya perairan (SNI 6989.59:2008) adapun teknik pengambilan sampel dengan tahap-tahapan sebagai berikut:

1. Sampel limbah tahu diambil langsung dari pabrik tahu yang berada di Desa Sukaramai, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh. Waktu pelaksanaan di pagi hari diantara pukul 07.00 hingga 10.00 WIB. Pemilihan waktunya karena kegiatan dikarenakan aktivitas pengolahan dilakukan pada pukul tersebut.
2. Sampel limbah cair diambil memakai gayung dan dimasukkan ke dalam wadah seperti yang sudah ditentukan sesuai (SNI 6989.59:2008) sebagai berikut:

- a. Terbentuk dari bahan yang tidak memengaruhi sifat.
- b. Mudah dibagi ke dalam botol penampungan dengan tidak terdapat bahan sisa tersuspensi di dalamnya.
- c. Mudah dicuci dari sisa sebelumnya.
- d. Mudah dan nyaman saat dibawa.
- e. Kapasitas alat tergantung dengan tujuan penelitian, untuk foto pengambilan sampel penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pengambilan sampel

3.3 Prosedur Pembuatan Reaktor *Trickling filter*

3.3.1 Alat

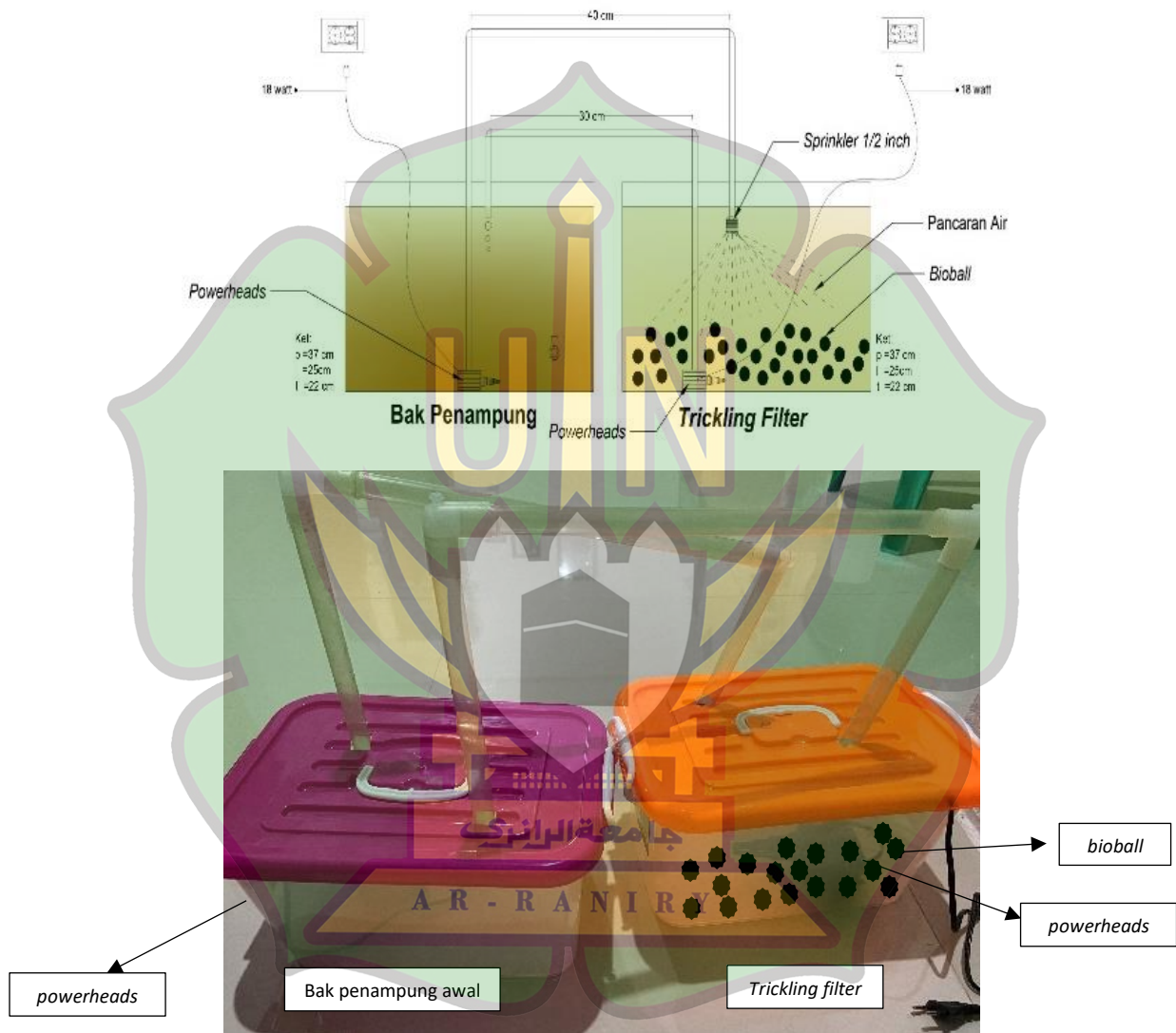
Alat penelitian dan spesifikasinya yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat desain *trickling filter*

No	Alat	Tipe	Spesifikasi	Kegunaan
1	<i>Container Plastic Box</i>	Plastik	37 cm × 25 cm × 22 cm	Menampung dan mengolah limbah
2	Pipa	PVC	½ inci	Mengalirkan air
3	<i>Power heads</i>	Pompa	18 watt	Pompa air
4	<i>Spinkler</i>	Plastik dan baut kuningan	½ inci	Menyebarkan air

3.3.2 Desain Reaktor *Trickling filter*

Rangkaian reaktor terdiri dari 2 *container plastic box* dengan ukuran yaitu 37 cm × 25 cm × 22 cm. Desain reaktor *trickling filter* bisa diperhatikan dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.4 Desain reaktor trickling filter

3.4 Prosedur dan Tahapan Eksperimen

Bahan yang digunakan pada eksperimen penyerapan limbah cair tahu ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Alat dan bahan eksperimen penyerapan limbah cair tahu

Alat dan Bahan	Besar	Satuan
<i>Bioball</i>	250	Buah
Limbah cair tahu	40	Liter
<i>Beaker glass</i>	50	ml
Pompa sedotan	1	Buah
Botol kaca	60	Buah
Reaktor	4	Unit
Jerigen	2	Buah
<i>Colony counter</i>	1	Buah
Cawan petri	2	Buah

1. Dilakukan inkubasi terhadap *bioball* selama 21 hari.
2. Dilakukan perhitungan total koloni yang terdapat pada *bioball* setelah inkubasi selama 15 hari dan pada saat pengolahan dengan *trickling filter* untuk waktu 8, 24, 72, dan 168 jam dengan *colony counter*. Proses kerja dari *colony counter* dengan memanfaatkan lup untuk memperbesar koloni atau dengan menandai beberapa koloni yang terdapat pada cawan petri menggunakan *bulpoint* yang terdapat pada *colony counter*.
3. Sebanyak 180 ml sampel air limbah sebelum dilakukan pengolahan diukur terlebih dahulu parameternya. Sampel dibagi ke dalam 5 bagian, kemudian digunakan untuk pengukuran pH sebanyak 20 ml, pengukuran parameter COD 60 ml dan pengukuran parameter TSS 100 ml,
4. Air limbah tahu dimasukkan ke dalam bak penampung dengan banyaknya 10 liter (inlet) dan ukuran 37 cm × 25 cm × 22 cm.
5. Sebanyak 50 buah *bioball* dimasukkan ke dalam reaktor.
6. Sampel diambil sebanyak 180 ml dengan menggunakan pompa sedotan.
7. Sampel dibagi ke dalam 5 bagian serupa dengan prosedur nomor 1.
8. Prosedur 4 sampai 6 diulangi untuk waktu ke 8, 24, 72, dan 168 jam.
9. Prosedur 4 sampai 6 diulangi untuk eksperimen dengan variasi jumlah *bioball* sebanyak 100 buah dan 150 buah,

10. Pembuatan bak *control* dengan reaktor berukuran 37 cm × 25 cm × 22 cm tanpa dicampurkan dengan media *bioball* dan tanpa menggunakan *trickling filter*.

3.5 Pengukuran Parameter

3.5.1 Chemical Oxygen Demand

Persiapan sampel COD dimasukkan air limbahnya dengan banyak 2,5 ml ke dalam tabung reaksi dan disusun ke dalam rak tabung reaksi dengan diberikan label nama tepet seperti dosis yang diberi. Selanjutnya, ditambahkan $K_2Cr_2O_7$ sebesar 1,5 ml dengan memakai pipet tetes. Kemudian, ditambah H_2SO_4 (asam sulfat) sebesar 3,5 ml memakai pipet tetes dan ditutup (SNI 6989.2-2009).

Proses inkubator awal diambil COD reaktor merek Hanna. Lalu, disambung stop kontak, tekan tombol start dan ditunggu hingga $150^\circ C$ hingga inkubatornya berbunyi. Selanjutnya, dimasukkan ke tabung reaksi yang memiliki sampel yang telah disediakan sebelumnya ke dalam inkubator. Lalu, ditekan tombol *start* (mulai) sehingga timernya mulai bergerak, ditunggu dengan waktu 2 jam sampai inkubatornya bunyi kembali, diangkat tabung reaksinya yang sudah dingin hingga $60^\circ C$, sampel siap diuji (SNI 6989.2-2009).

Cara pengujian COD dapat dilakukan dengan tahap berikut, dinyalakan alat COD meter 571. Selanjutnya, dilaksanakan kalibrasi alat menggunakan aquades yang masukkan ke dalam tabung *cell* dan masukkan kedalam alat COD Meter sampai keluar nilai sebesar 0,0 mg/l, bila telah mencapai sehingga alatnya selesai dikalibrasi dan siap untuk dipakai. Lalu, sebelumnya dihomogenkan sampel. Sampel dituang ke dalam tabung *cell* dan siap untuk dimasukkan ke dalam alat COD Meter. Kemudian, ditekan *measure*, selanjutnya tekan *Enter*, sehingga nanti keluar hasil COD dan hasil dicatatkan (SNI 6989.2-2009).

Pengecekan pH dari sampel air limbah akan diukur memakai instrumen pengukur pH meter. Cara pengukurannya pH diterangkan berdasarkan SNI 06-6898.11-2004. Yaitu dilaksanakan pengkalibrasian alat pH-meter dengan larutan penyangga seperti dengan arahan kerja alat tiap melaksanakan pengukuran, berikutnya dikeringkan menggunakan kertas tisu dan dibilas elektroda memakai air suling, lalu diairi elektroda memakai contoh uji, dimasukkan elektroda ke dalam

contoh uji sampai pH meternya mengeluarkan pembacaan yang konstan dan dicatatkan hasil pembacaan skalanya atau angka di pH meter.

3.5.2 Total Suspended Solid

Pengukuran TSS dengan pengukuran secara gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.3-2004. Dilakukan Penyaringan dengan alat vakum. Lalu, dibasahi saringannya memakai sedikit air suling. Diaduk menggunakan pengaduk magnetik agar mendapatkan contoh uji yang lebih tercampur. Pipet contoh menggunakan volume tertentu, disaat contohnya diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Lalu, kertas saring dicuci atau dengan 3 x 10 mL air suling, didiamkan mengering sempurna, dan lanjut penyaringan menggunakan vakum dengan waktu 3 menit supaya menghasilkan penyaringan yang sempurna. Keringkan di oven kira-kira dengan waktu 1 jam di suhu 103°C hingga 105°C. lalu, cuci kertas saring atau saringan beserta 3 x 10 ml air suling, dibiarkan mengering sempurna, dan diterukan penyaringannya menggunakan vakum dengan waktu 3 menit, didinginkan pada desikator agar seimbang suhu dengan timbang. Selanjutnya, ulang tahap pengeringan, pendinginan pada desikator, dan ditimbang hingga didapatkan beratnya tetap atau hingga perubahan beratnya kurang dari 4% dengan penimbangan yang sebelumnya atau kurang dari 0,5 mg.

3.5.3 Total koloni

Perhitungan koloni bakteri berdasarkan SNI 2897- 2008. Cara pengujian total koloni dengan tahap berikut, diindahkan 1 ml suspensi pengenceran 10^{-1} tersebut menggunakan pipet steril ke dalam larutan 9 ml BPW (*buffer peptone water*) agar menghasilkan pengenceran 10^{-2} , lalu membuat pengencerannya 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} dan seterusnya. Kemudian, masukkan sebesar 1 ml suspensi pada seluruh pengenceran ke cawan petri duplo, tambahkan 5 ml hingga 20 ml PCA (*plate count agar*) yang telah didinginkan sampai temperaturnya $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pada masing- masing cawan yang telah tersuspensi. Diharapkan pada larutan contoh dengan media PCA homogen secara keseluruhan, dilakukan pemutaran cawan ke depan dan ke belakang atau membentuk angka delapan dan didiamkan sejenak hingga padat, dan

diinkubasikan dengan suhu 34°C hingga 36°C dengan waktu 24 jam hingga 48 jam dengan menaruh cawan dalam posisi terbalik.

Jumlah koloni dapat dihitung di setiap seri pengencerannya terkecuali pada cawan petri yang berisikan koloni menyebar (*spreader colonies*). Menentukan cawan yang berjumlah koloni 25 hingga 250.

3.6 Analisis Data

Analisis data tujuannya sebagai identifikasi hasil dari pengujian sampel limbah cair tahu. Pada penelitian ini dilaksanakan dua analisis yakni analisis deskriptif dan analisis statistik. Adapun, analisis yang dipakai:

1. Analisis Deskriptif

Hasil dari analisis deskriptif berbentuk penerangan tentang potensi dari media *bioball* dalam parameter COD, pH, dan TSS, terhadap variasi jumlah media dan waktu degradasi. Berikut merupakan persamaan yang digunakan,

$$Efisiensi = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (3.1)$$

dengan a yaitu konsentrasi awal sampel dan b yaitu konsentrasi akhir sampel (Rhomadhoni, 2019).

2. Analisis Statistik

Data yang didapatkan melalui uji berbentuk konsentrasi COD, pH, dan TSS, bisa dianalisis memakai SPSS (*Software Statistical Product and Service Solution*) dengan tahapan pra analisis dan analisis data. Pra analisis untuk mengetahui karakteristik dari data dengan menggunakan uji linearitas. Jenis analisis data yang dipakai yaitu analisis regresi linier berganda.

SPSS (*Statistical product for service solutions*) ialah sebuah program pengolahan data statistik yang sering dimanfaatkan, sebab hasilnya yang diperoleh akurat dan proses cepat, SPSS sering dimanfaatkan bagi penguji dalam keperluan seperti riset, skripsi dan tesis. Hasil yang diperoleh dari SPSS dapat berwujud tabel grafik ataupun tabel dan juga SPSS ini cukup menolong pada sektor keilmuan seperti analisis statistik dan lain sebagainya (Oktofiyani, 2017). Analisis regresi

linier berganda adalah kaitan secara linear antar dua atau lebih variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_n) dengan variabel terikat (Y).

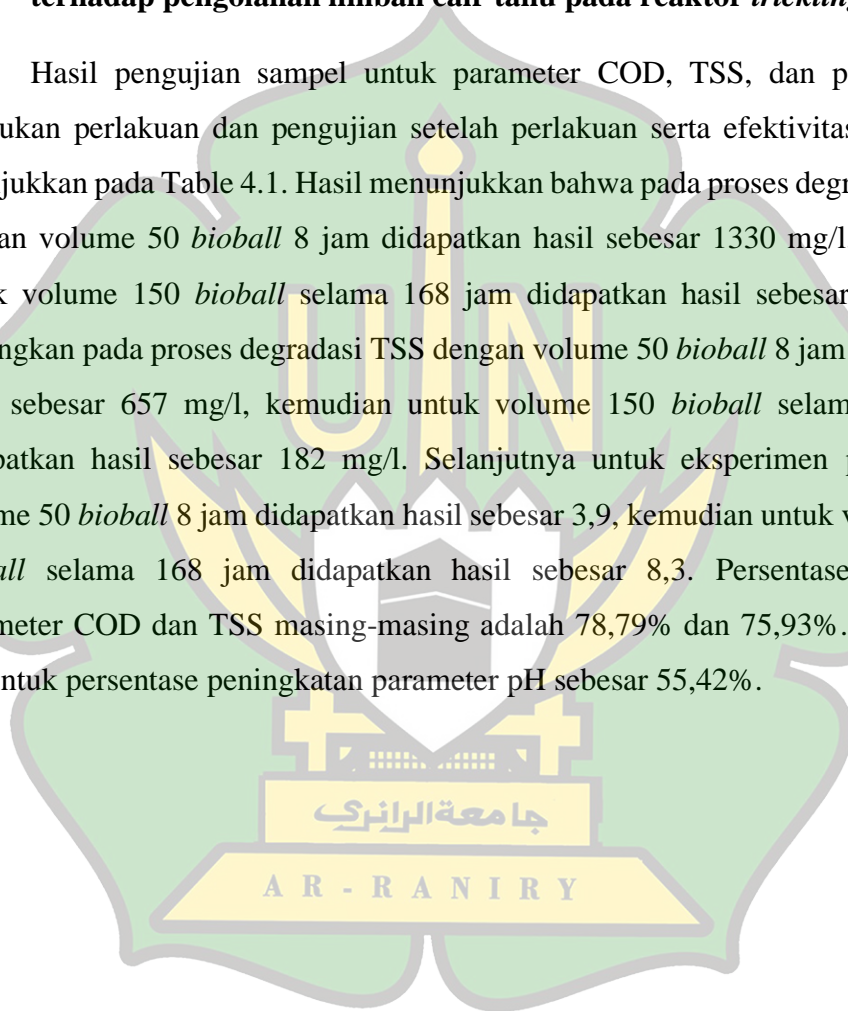


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Eksperimen

4.1.1 Hasil pengaruh variasi jumlah media *bioball* dan variasi waktu terhadap pengolahan limbah cair tahu pada reaktor *trickling filter*

Hasil pengujian sampel untuk parameter COD, TSS, dan pH sebelum dilakukan perlakuan dan pengujian setelah perlakuan serta efektivitas degradasi ditunjukkan pada Table 4.1. Hasil menunjukkan bahwa pada proses degradasi COD dengan volume 50 *bioball* 8 jam didapatkan hasil sebesar 1330 mg/l, kemudian untuk volume 150 *bioball* selama 168 jam didapatkan hasil sebesar 297 mg/l. Sedangkan pada proses degradasi TSS dengan volume 50 *bioball* 8 jam didapatkan hasil sebesar 657 mg/l, kemudian untuk volume 150 *bioball* selama 168 jam didapatkan hasil sebesar 182 mg/l. Selanjutnya untuk eksperimen pH dengan volume 50 *bioball* 8 jam didapatkan hasil sebesar 3,9, kemudian untuk volume 150 *bioball* selama 168 jam didapatkan hasil sebesar 8,3. Persentase degradasi parameter COD dan TSS masing-masing adalah 78,79% dan 75,93%. Sementara itu, untuk persentase peningkatan parameter pH sebesar 55,42%.



Tabel 4.1 Hasil analisis parameter COD, pH, dan TSS limbah cair tahu, Desa Sukaramai, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh (*baku mutu (BM), *consentrasi awal (Co), *hasil pengukuran setelah eksperimen *persentase reduksi.

Bioball (Jumlah)	Waktu (jam)	COD (mg/l)				pH			TSS (mg/l)			
		BM (mg/l)	Co (mg/l)	Eksperimen nilai COD (mg/l)	Persentase reduksi (%)	BM	Nilai Awal	Eksperimen nilai pH	BM (mg/l)	Co (mg/l)	Eksperimen nilai TSS (mg/l)	Efektivitas (%)
50	8	300	1400	1330	5,00	6-9	3.7	3,9	200	756	657	13,10
	24			1287	8,07			4,2			649	14,15
	72			1130	19,29			4,8			632	16,40
	168			986	29,57			5,1			622	17,72
100	8			816	41,71			5,6			541	28,44
	24			713	49,07			6,3			522	30,95
	72			632	54,86			6,5			510	32,54
	168			545	61,07			6,9			503	33,47
150	8			496	64,57			7,1			420	44,44
	24			420	70,00			7,5			319	57,80
	72			343	75,50			7,9			246	67,46
	168			297	78,79			8,3			182	75,93

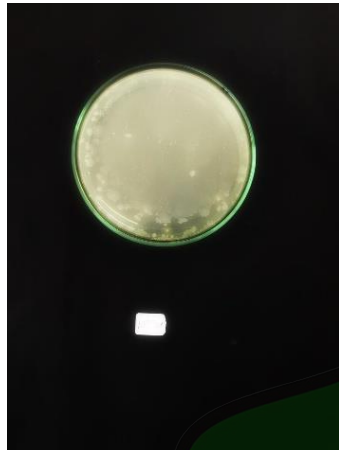
4.1.2 Hasil pengaruh variasi jumlah *bioball* dan variasi waktu terhadap total koloni bakteri pada proses pengolahan limbah cair tahu pada reaktor *trickling filter*

Hasil jumlah total koloni bakteri dengan inkubasi awal selama 21 hari dan inkubasi akhir selama 28 hari untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2. Hasil menunjukkan bahwa selama masa inkubasi biofilm didapatkan hasil yang baik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Pada inkubasi awal (21 hari) sebesar $4,4 \times 10^5$ Cfu/ml. Pada akhir inkubasi (28 hari) variasi 50 *bioball* sebanyak $2,8 \times 10^5$, variasi 100 *bioball* sebesar $6,1 \times 10^5$ Cfu/ml, variasi 150 *bioball* sebesar $6,2 \times 10^5$ Cfu/ml, hasil lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2. Hasil total koloni dapat dilihat pada Gambar 4.2.

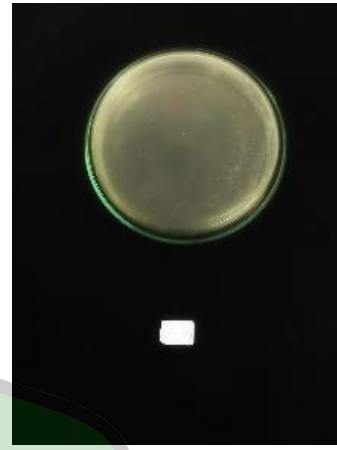


Gambar 4.1 Biofilm pada Media *Bioball*

Selama masa inkubasi biofilm didapatkan hasil yang baik, dimana media membentuk lapisan lendir dengan warna hitam kecoklat-coklatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Hasil total koloni pada sampel awal setelah di inkubasi selama 21 hari 10^{-5} sebesar 59 Cfu/ml



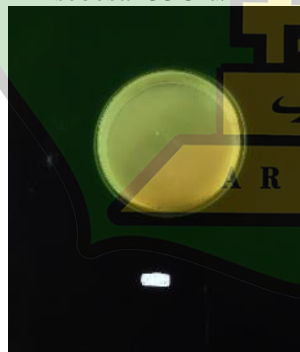
Hasil total koloni pada sampel awal setelah di inkubasi selama 21 hari $2 \cdot 10^{-5}$ sebesar 40 Cfu/ml



Hasil total koloni pada sampel awal setelah di inkubasi selama 21 hari $3 \cdot 10^{-5}$ sebesar 33 Cfu/ml



Hasil total koloni pada sampel setelah 28 hari variasi 150 *bioball* selama 168 jam 10^{-5} sebesar 71 Cfu/ml



Hasil total koloni pada sampel setelah 28 hari variasi 150 *bioball* selama 168 jam $2 \cdot 10^{-5}$ sebesar 60 Cfu/ml



Hasil total koloni pada sampel setelah 28 hari variasi 150 *bioball* selama 168 jam $3 \cdot 10^{-5}$ sebesar 54 Cfu/ml

Gambar 4.2 Hasil total koloni

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh variasi jumlah media *bioball* dan variasi waktu terhadap pengolahan limbah cair tahu pada reaktor *trickling filter*

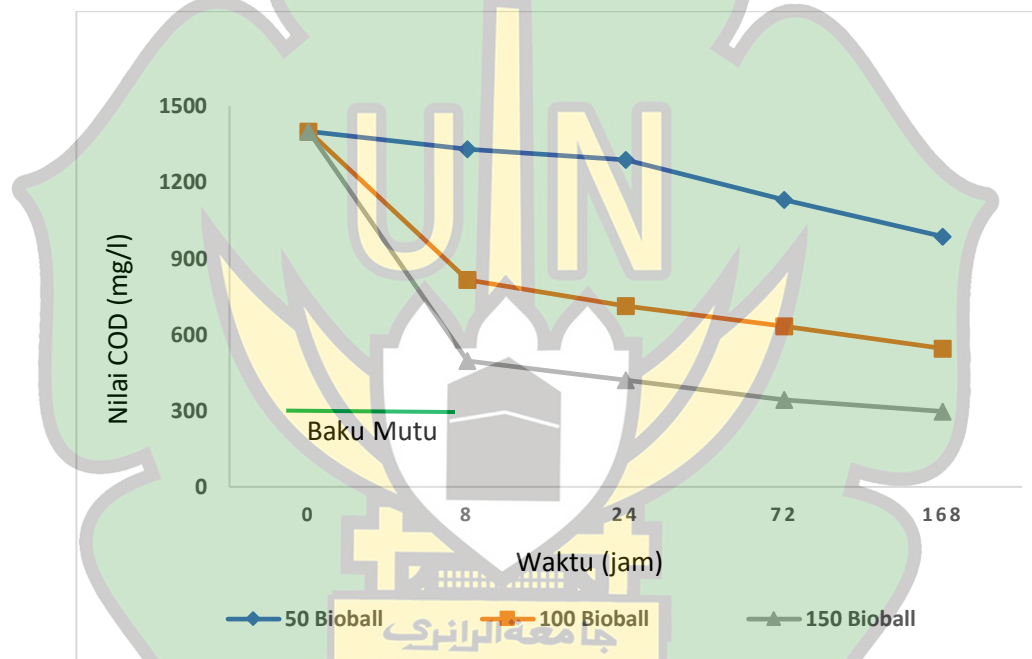
a. Pengaruh variasi *bioball* dan waktu terhadap efektivitas degradasi COD

Tingginya kandungan COD pada limbah cair tahu disebabkan oleh tingginya kandungan senyawa organik, pada limbah cair tahu memiliki kandungan protein yang cukup kompleks karena limbah cair ini berasal dari tumbuhan kedelai yang memiliki protein tinggi (Yulianto, 2020). Berdasarkan pada Tabel 4.1 dan Grafik 4.3 terlihat ada perbedaan efektivitas penurunan kadar COD pada masing-masing *bioball*. Semakin banyak *bioball* yang digunakan maka, semakin tinggi penurunan nilai COD dari limbah cair tahu. Penurunan nilai COD pada limbah cair tahu disebabkan oleh mikroorganisme yang menempel pada media *bioball*. Semakin banyak *bioball* maka biofilm yang menempel akan semakin banyak sehingga keberadaan mikroorganisme meningkat untuk menguraikan limbah.

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan pada proses *trickling filter* menggunakan *bioball* diketahui pada variasi 150 buah *bioball* dengan waktu 168 jam didapatkan hasil paling baik yaitu sebesar 297 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 78,79%. Penurunan kadar COD lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.1. Sesuai dengan penelitian Rizkiyanti (2018) menyatakan hasil persentase COD sebesar 82,1% dengan variasi media *bioball* dan batu apung untuk pengolahan limbah cair catering. Menurut Agustina (2019) hasil persentase untuk pengaruh biofilm terhadap pengolahan limbah ikan menggunakan *trickling filter* dengan parameter COD yaitu sebesar 59,57%.

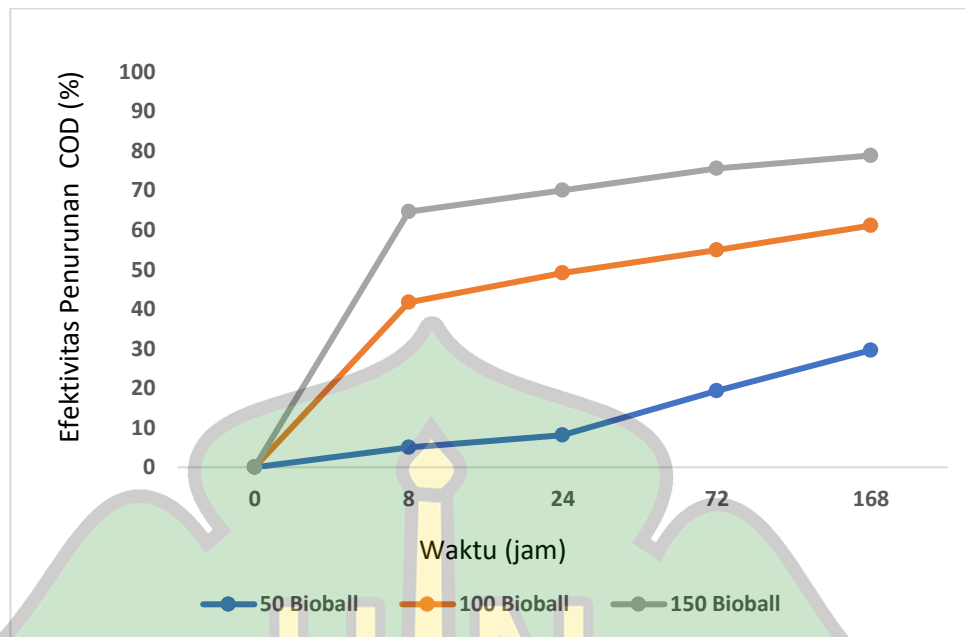
Hasil pengukuran kadar COD setelah pemberian perlakuan pada penelitian ini membuktikan bahwa metode *trickling filter* menggunakan media *bioball* mampu menurunkan kadar COD walaupun proses penyerapan belum berjalan dengan maksimal. Seperti pada variasi 150 *bioball* dengan waktu 168 jam didapatkan hasil paling baik yaitu sebesar 297 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 78,79%. Hasil ini telah memenuhi standar baku mutu sesuai dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Sedangkan untuk hasil lainnya tidak memenuhi standar baku mutu, hal ini terjadi karena terdapat

beberapa faktor pengganggu sehingga, proses penyerapan belum terjadi secara optimal. Penambahan waktu kontak bisa menjadi salah satu cara yang efektif, penyerapan dengan waktu kontak yang lebih lama dapat menurunkan kadar COD lebih besar lagi hal ini dikarenakan semakin lama waktu kontak yang digunakan maka semakin banyak mikroorganisme yang menempel pada media *bioball*, sehingga semakin besar penurunan kadar COD yang terjadi. Penurunan kadar COD dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Grafik pada Gambar 4.3 untuk terhadap variasi 50, 100, dan 150 *bioball* dengan waktu 8, 24, 72, dan 168 jam.



Gambar 4.3 Grafik penurunan kadar COD terhadap variasi 50, 100 dan 150 *bioball* dengan waktu 8,24,72 dan 168 jam.

Hasil uji regresi linier berganda dengan menggunakan variasi waktu dan variasi jumlah media *bioball* terhadap efektivitas kadar COD dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil analisa waktu terhadap COD menunjukkan nilai sig 0.000 lebih kecil dari < probabilitas 52471,94, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh waktu terhadap efektivitas COD. Hasil analisa variasi jumlah media *bioball* terhadap COD menunjukkan nilai sig 0.000 lebih besar dari > probabilitas -7,943, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh variasi *bioball* terhadap efektivitas COD pada limbah cair tahu.



Gambar 4.4 Grafik persentase penurunan kadar COD terhadap variasi 50, 100 dan 150 buah *bioball* dengan waktu 8, 24, 72 dan 168 jam

Selanjutnya menurut Pramita dkk, (2020) penurunan COD disebabkan oleh *bioball* yang bersifat sebagai tempat hidupnya mikroorganisme atau bakteri dimana besarnya penyerapan terhadap bahan pencemar bergantung pada lamanya waktunya kontak bahan pencemar terhadap *bioball*. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.4 terjadi perlambatan degradasi antara waktu 8, 24, 72 dan 168 jam. Kemudian menurut Pasaribu (2020), *bioball* terbuat dari bahan plastik dan memiliki titik jenuh dan akan mengalami desorpsi bergantung pada lama *bioball* tersebut berkontak dengan air, akan tetapi perawatan cukup dengan mencucinya sehingga bisa digunakan kembali (Pasaribu, 2020).

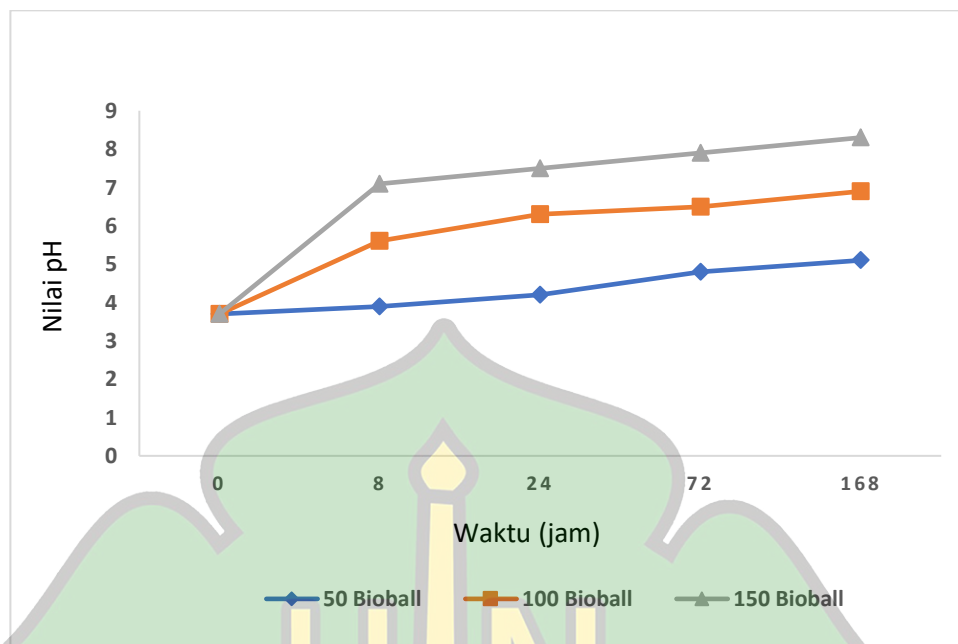
b. Pengaruh Variasi *Bioball* dan Waktu terhadap Efektivitas Penyesuaian Parameter pH

Kandungan pH yang rendah pada limbah cair tahu di sebabkan oleh penurunan oksigen terlarut, limbah cair tahu cenderung bersifat asam, pada keadaan asam ini zat-zat akan mudah untuk menguap dan terlepas (Sayow, 2020). Berdasarkan pada Tabel 4.1 dan Grafik 4.5 terlihat ada perbedaan efektivitas penyesuaian nilai pH pada masing- masing *bioball*. Semakin banyak *bioball* yang

digunakan, maka semakin tinggi penyesuaian nilai pH dari limbah cair tahu. Penyesuaian nilai pH pada limbah cair tahu disebabkan oleh mikroorganisme yang menempel pada media *bioball*. Semakin banyak *bioball* maka biofilm yang menempel akan semakin banyak sehingga keberadaan mikroorganisme meningkat untuk menguraikan limbah.

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan pada proses *trickling filter* menggunakan *bioball* diketahui pada variasi 150 buah *bioball* dengan waktu 168 jam didapatkan hasil paling baik sebesar 8,3. Peningkatan kadar pH lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.1. Sesuai dengan penelitian agustina (2019) menyatakan nilai pH pada limbah pengolahan ikan menggunakan *trickling filter* yaitu 7,83-8,10.

Hasil pengukuran nilai pH setelah pemberian perlakuan pada penelitian ini membuktikan bahwa metode *trickling filter* menggunakan media *bioball* mampu menyesuaikan nilai pH. Seperti pada variasi 150 buah *bioball* dengan waktu 168 jam didapatkan hasil pH paling baik sebesar 8,3. Hasil ini telah memenuhi standar baku mutu sesuai dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Sedangkan untuk hasil lainnya tidak memenuhi standar baku mutu, hal ini terjadi karena terdapat beberapa faktor pengganggu sehingga, proses penyerapan belum terjadi secara optimal. Penambahan waktu kontak bisa menjadi salah satu cara yang efektif, penyerapan dengan waktu kontak yang lebih lama dapat menyesuaikan nilai pH lebih besar lagi hal ini dikarenakan semakin lama waktu kontak yang digunakan maka semakin banyak mikroorganisme yang menempel pada media *bioball*, sehingga semakin besar penyesuaian nilai pH yang terjadi. Penyesuaian nilai pH dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Grafik pada Gambar 4.5 untuk terhadap variasi 50, 100, dan 150 buah *bioball* dengan waktu 8, 24, 72, dan 168 jam.



Gambar 4. 5 Grafik penurunan kadar pH terhadap 50, 100 dan 150 *bioball* dengan menggunakan waktu 8, 24, 72 dan 168 jam

Hasil uji regresi linier berganda dengan menggunakan variasi waktu dan variasi jumlah media *bioball* terhadap peningkatan kadar pH dapat dilihat pada lampiran 5. Hasil analisa waktu terhadap pH menunjukkan nilai sig 0.000 lebih kecil dari < probabilitas 0.544, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh waktu terhadap peningkatan pH. Hasil analisa variasi jumlah media *bioball* terhadap pH menunjukkan nilai sig 0.000 lebih kecil dari < probabilitas 0.032, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh variasi *bioball* terhadap peningkatan pH pada limbah cair tahu.

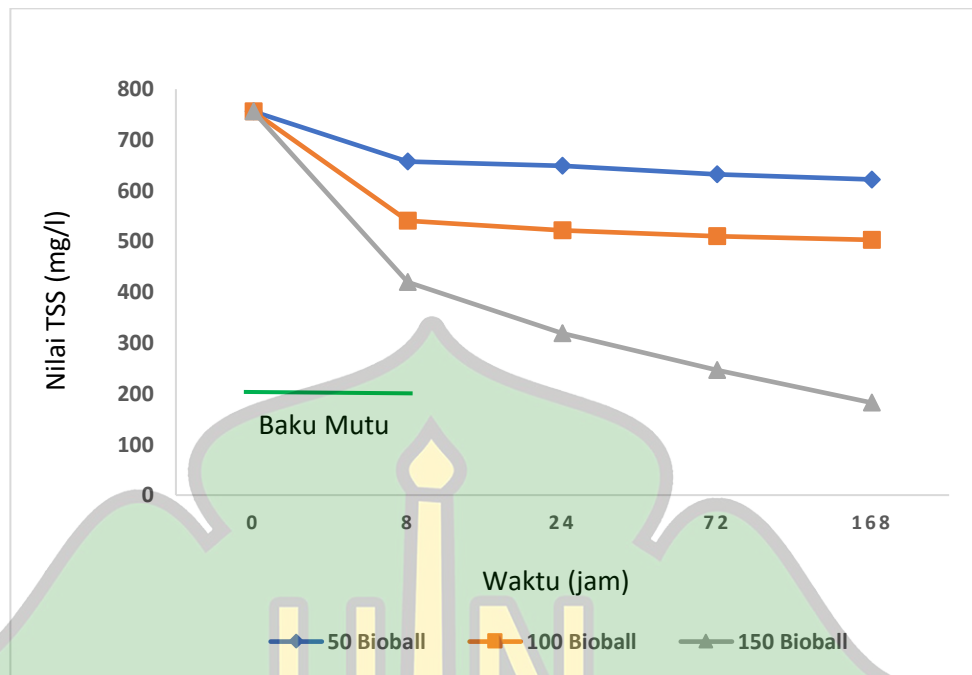
c. Pengaruh Variasi *Bioball* dan Waktu terhadap Efektivitas Degradasi TSS

Kandungan TSS pada limbah cair tahu yang tinggi disebabkan oleh dekomposisi bahan organik, kekeruhan pada air salah satunya dikarenakan adanya kandungan zat padat tersuspensi (Pagoray, 2020). Zat tersuspensi dalam limbah cair tahu berasal dari padatan sisa kedelai yang tidak disaring karena langsung dibuang ke saluran pembuangan tanpa pengolahan terlebih dahulu (Rakhmayani 2020). Berdasarkan pada Tabel 4.1 dan Grafik 4.6 terlihat ada perbedaan efektivitas penurunan kadar TSS pada masing- masing *bioball*. Semakin banyak *bioball* yang

digunakan maka, semakin tinggi penurunan nilai TSS dari limbah cair tahu. Penurunan nilai TSS pada limbah cair tahu disebabkan oleh mikroorganisme yang menempel pada media *bioball*. Semakin banyak *bioball* maka biofilm yang menempel akan semakin banyak sehingga keberadaan mikroorganisme meningkat untuk menguraikan limbah.

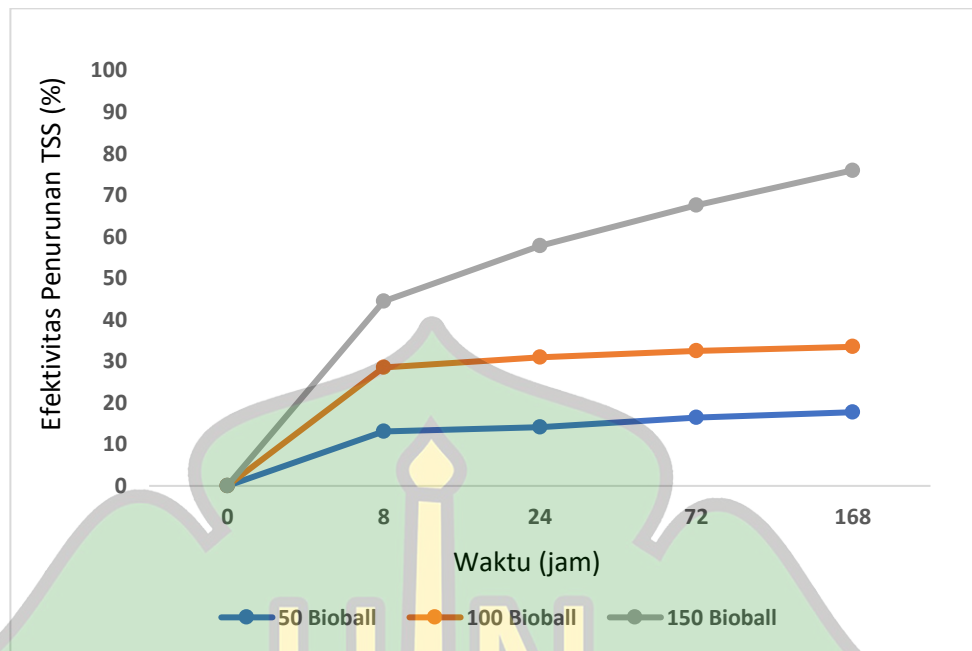
Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan pada proses *trickling filter* menggunakan *bioball* diketahui pada variasi 150 *bioball* dengan waktu 168 jam didapatkan hasil paling baik sebesar 182 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 75,93%. Penurunan kadar TSS lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.1. (Pramita, 2020) mengatakan pemakaian media *bioball* dan tanaman kayu apu untuk biofilter aerobik dalam pengolahan air limbah dapat menurunkan kadar TSS sebesar 81,25%.

Hasil pengukuran kadar TSS setelah pemberian perlakuan pada penelitian ini membuktikan bahwa metode *trickling filter* menggunakan media *bioball* mampu menurunkan kadar TSS walaupun proses penyerapan belum berjalan dengan maksimal. Seperti pada variasi 150 *bioball* dengan waktu 168 jam didapatkan hasil paling baik sebesar 182 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 75,93%. Hasil ini telah memenuhi standar baku mutu sesuai dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Sedangkan untuk hasil lainnya tidak memenuhi standar baku mutu, hal ini terjadi karena terdapat beberapa faktor pengganggu sehingga, proses penyerapan belum terjadi secara optimal. Penambahan waktu kontak bisa menjadi salah satu cara yang efektif, penyerapan dengan waktu kontak yang lebih lama dapat menurunkan kadar TSS lebih besar lagi hal ini dikarenakan semakin lama waktu kontak yang digunakan maka semakin banyak mikroorganisme yang menempel pada media *bioball*, sehingga semakin besar penurunan kadar TSS yang terjadi. Penurunan kadar TSS dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Grafik pada Gambar 4.6 untuk terhadap variasi 50, 100, dan 150 buah *bioball* dengan waktu 8, 24, 72, dan 168 jam.



Gambar 4.6 Grafik penurunan kadar TSS terhadap variasi 50, 100 dan 150 buah *bioball* dengan waktu 8, 24, 72 dan 168 jam

Hasil uji regresi linier berganda dengan menggunakan variasi waktu dan variasi jumlah media *bioball* terhadap efektivitas kadar TSS dilihat pada Lampiran 5. Hasil analisa waktu terhadap TSS menunjukkan nilai sig 0.000 lebih kecil dari < probabilitas 25518,097, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh waktu terhadap efektivitas TSS. Hasil analisa variasi jumlah media *bioball* terhadap TSS menunjukkan nilai sig 0.000 lebih besar dari > probabilitas -3,483, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh variasi *bioball* terhadap efektivitas TSS pada limbah cair tahu.



Gambar 4.7 Grafik persentase penurunan kadar TSS menggunakan variasi 50, 100 dan 150 buah *bioball* dengan waktu 8, 24, 72 dan 168 jam

Selanjutnya menurut (Pramita dkk., 2020) penurunan TSS disebabkan oleh *bioball* yang bersifat sebagai tempat hidupnya mikroorganisme atau bakteri dimana besarnya penyerapan terhadap bahan pencemar bergantung pada lamanya waktunya kontak bahan pencemar terhadap *bioball*. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.7 terjadi perlambatan degradasi antara waktu 8, 24, 72 dan 168 jam. Kemudian menurut Pasaribu (2020), *bioball* terbuat dari bahan plastik dan memiliki titik jenuh dan akan mengalami desopsi bergantung pada lama *bioball* tersebut berkontak dengan air, akan tetapi perawatan cukup dengan mencucinya sehingga bisa digunakan kembali (Pasaribu, 2020).

4.2.2 Pengaruh variasi jumlah *bioball* dan variasi waktu terhadap total koloni bakteri pada proses pengolahan limbah cair tahu pada reaktor *trickling filter*

Berdasarkan hasil penelitian jumlah koloni bakteri yang terdapat pada limbah cair tahu yang bersumber dari pabrik tahu Desa Sukaramai Kecamatan Baiturrahman Kota Banda Aceh, lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil total koloni

Variasi <i>Bioball</i>	Total koloni (Cfu / ml)	
	Awal Inkubasi (21 Hari)	Akhir Inkubasi (28 Hari)
50	4, 4 × 10 ⁵	2, 8 × 10 ⁵
100		6, 1 × 10 ⁵
150		6, 2 × 10 ⁵

Hasil ini juga diperkuat oleh jurnal (Rizkiyanti, 2018) biofilm memenuhi celah-celah yang ada pada *bioball* serta tidak mudah terlepas dari media *bioball*, maka dapat dipastikan bahwa telah tumbuh mikroorganismenya pada media secara matur (dewasa). Koloni-koloni yang tumbuh ini membuktikan bahwa *bioball* yang ditumbuhi oleh mikroorganismenya tersebut mampu mendegradasi parameter yang ada pada limbah cair tahu seperti COD, TSS dan pH. Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui semakin lama masa inkubasi biofilm dapat mempercepat laju penurunan parameter COD, pH dan TSS terhadap limbah cair tahu, dari hasil perhitungan jumlah total koloni bakteri diketahui pada variasi 150 buah *bioball* dengan inkubasi 28 hari didapatkan hasil paling baik.

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan penggunaan teknologi *trickling filter* dengan media *bioball* dalam mendegradasi limbah cair tahu pada masa yang akan datang. Berdasarkan hasil analisa, 150 *bioball* dengan waktu 168 jam dapat persentase penurunan nilai COD, pH, dan TSS berturut-turut sebesar 78,79%, 8,3 dan 75,93%. Artinya, lebih banyak *bioball* berpotensi untuk mendegradasi nilai COD, pH dan TSS pada limbah cair tahu dengan persentase lebih banyak lagi. Selain pada limbah cair tahu, *trickling filter* dengan media *bioball* berpotensi digunakan untuk mendegradasi limbah cair domestik lainnya. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, masyarakat yang ada di Provinsi Aceh khususnya Banda Aceh dapat menjadikan penelitian ini sebagai pertimbangan penggunaan *trickling filter* dengan media *bioball* untuk mendegradasi limbah cair tahu yang berada pada perairan. Penggunaan *trickling filter* dengan media *bioball* akan menjadi alternatif bahan pengolahan limbah cair tahu yang berada di Provinsi Aceh. Teknologi ini akan menjadi teknologi yang murah dan ramah lingkungan, sebab *bioball* relatif

mudah didapatkan di Provinsi Aceh. Di samping itu, dengan adanya teknologi ini masyarakat yang berada di Provinsi Aceh dapat dengan mudah mengatasi masalah limbah cair tahu yang berada pada perairan, sehingga kondisi air tidak tercemar (Khairani, 2019).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Variasi jumlah media *bioball* dan waktu kontak berpengaruh terhadap perubahan limbah cair tahu pada *trickling filter* diketahui bahwa semakin banyak *bioball* yang digunakan maka semakin cepat pula proses pengolahannya, sehingga tingkat penyisihan pencemaran limbah tahu dapat didegradasi dengan baik. Pada pengukuran COD dengan variasi 150 buah *bioball* menggunakan waktu 168 jam didapatkan penurunan yang signifikansi yaitu sebesar 78,79%. Sementara pada pengukuran TSS dengan variasi 150 buah *bioball* menggunakan waktu 168 jam didapatkan hasil penurunan sebesar 75,93%. Sedangkan untuk eksperimen peningkatan pH didapatkan hasil yaitu sebesar 8,3. Hasil ini telah memenuhi standar baku mutu sesuai dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.
2. Variasi media *bioball* dan waktu kontak berpengaruh terhadap total koloni bakteri pada proses pengolahan limbah cair tahu menggunakan reaktor *trickling filter* diketahui awal inkubasi (21 hari) didapatkan hasil sebesar $4,4 \times 10^5$ Cfu/ml dan akhir inkubasi (28 hari) dengan variasi 150 *bioball* didapatkan hasil sebesar $6,2 \times 10^5$. Jumlah koloni bakteri yang terdapat pada limbah cair tahu diketahui semakin lama masa inkubasi biofilm dapat mempercepat laju degradasi parameter COD, TSS, dan pH terhadap limbah cair tahu.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat divariasikan untuk jenis media lainnya seperti, diameter, suhu dan aerasi kemudian dapat dilakukan untuk pengujian parameter BOD.

2. Penelitian lanjutan terhadap penggunaan *trickling filter* dan juga variasi *bioball* serta variasi waktu yang digunakan untuk proses permasalahan limbah cair tahu.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Ar., Suprihatin, I. E., dan Sibarani, J. (2019). Pengaruh Biofilm terhadap Efektivitas Penurunan BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak dari Limbah Pengolahan Ikan Menggunakan *Trickling filter*. *E-Journal Of Applied Chemistry*, 4(2), 137–145. ISSN 2302-7274
- Daroini, T.A., dan Arisandi, A. (2020). Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*) mm,,m.,m.,saare Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil*, 1-(4), 558-566. ISSN 2723-7583
- Dewi, Y.S., dan Masithoh, M. (2019). Efektivitas Teknik Biofiltrasi dengan Media Sarang Tawon terhadap Penurunan Kadar Nitrogen Total Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Limit's*, 9(1), 45–53. ISSN 0216-1184
- Elystia, S., Sasmita, A., dan Purwanti, P. (2017). Pengolahan Kandungan COD Limbah Cair Pabrik Latifolia dengan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Teknik Lingkungan Unand*, 11(2), 88–95. ISSN: 2527-6204.
- Fadli, D.A., Utami, A., dan Yudono, A.R.A. (2021). Pengaruh Karakteristik Limbah Cair Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Di Desa Siraman, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunungkidul, DIY. *Jurnal Pengaruh Karakteristik Limbah*. 2(1), 12-16. ISSN : 2614-5251.
- Fardiyan, F. (2021). *Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah cair tahu di Daerah Perumahan Green Tombro Malang Jawa Timur*. Universitas Islam Malang. ISSN: 2460 – 5972.
- Fardiyansyah, W. (2017). *Perencanaan Unit Biologis Air Buangan Domestik Kota Jogjakarta dengan Menggunakan Trickling filter*. Universitas Islam Indonesia Jogjakarta. ISSN : 2407 – 1846.
- Febriani, C., dan Sekarningtias, A. (2018). Kinetika Penyisihan Senyawa Organik dalam Pengolahan Limbah tahu Menggunakan Bioreaktor *Trickling filter* . *Envirosan*, 1(2), 56–67. ISSN: 2580-0442.
- Filliazati, M., Apriani, I., dan Zahara, T. (2018). Pengolahan Limbah Cair tahu dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media *Bioball* dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 1–10. ISSN: 2477 – 6165.
- Harahap, M. S. (2020). *Perancangan Instalasi Pengolahan Efluen Cair Tangki Septik di PT Fh Tangerang*. Universitas Pertamina. ISSN: 1342-3507.
- Hasanah, U., dan Sugito, S. (2017). Removal COD dan TSS Limbah Cair Rumah Potong Ayam Menggunakan Sistem Biofilter Anaerob. *Jurnal Teknik Waktu*,

15(1), 61–69. ISSN : 1412-1867

- Hikamah, S. R., dan Mubarak, H. (2019). Studi Deskriptif Pengaruh Limbah Industri Perikanan Muncar, Banyuwangi terhadap Lingkungan Sekitar. *Journal Of Chemical Information And Modeling*, 1(1), 1689–1699. ISSN 2597-7660.
- Istirokhatun, T., Aulia, M., dan Utomo, I S. (2017). Potensi *Chlorella Sp.* untuk Menyisihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 14(2), 88–96. ISSN 2731-6730.
- Jiyah, J., Sudarsono, B., dan Sukmono, A. (2017). Studi Distribusi Total Suspended Solid (TSS) Di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 41-47. ISSN: 2460 – 8416.
- Khairani, A. (2019). *Studi Pengolahan Air Limbah Tahu Secara Anaerob dengan Media Bioball dan Fitoremediasi oleh Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta) dalam Penurunan COD dan TSS.* Universitas Sumatera Utara. ISSN 0263-1365.
- Khawari, A. (2018). Analisis Efektifitas dan Efisiensi Daur Ulang Air Limbah dari Segi Lingkungan dan Ekonomi Di PT Chemco Harapan Nusantara. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2(1),2-8. ISSN: 4252-3530.
- Kholif, M.A., Sutrisno, J., dan Prasetyo, I. (2018). Penurunan Beban Pencemar pada Limbah Domestik dengan Menggunakan *Moving Bed Biofilter Reaktor (MBBR)*. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1), 1–9. ISSN: 2460-8815.
- Kotimah, T. (2019). Pengaruh Biofiltrasi Menggunakan Media Karbon Aktif, *Bioball* dan Aerasi untuk Menurunkan Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada Limbah Cair Industri Tahu Tahun 2019. *Jurnal Penelitian*, 2(1), 1–9. ISSN: 0845-2421.
- Kurnianto, E., Apriani, I., dan Pramadita, S. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Penambahan Kitosan pada Reaktor Anaerob dengan Variasi Waktu Tinggal. *Teknik Lingkungan*, 2(1), 104-108. ISSN: 1209-3821.
- Maryani, D., Masduqi, A., dan Moesriati, A. (2018). Pengaruh Ketebalan Media dan Rate Filtrasi pada Sand Filter dalam Menurunkan Kekeruhan dan Total *Coliform*. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2), 76–81. ISSN: 2442-3750.
- Matilda, F., Biyatomoko, D., Rizali, A., Abdullah, A. (2018). Peningkatan Kualitas Efluen Limbah Cair Industri Tahu pada Sistem Lumpur Aktif Dengan Variasi Laju Alir Menggunakan Arang Aktif Kayu Ulin (*Eusideroxylon Zwageri*).

EnviroScienteeae, 12(3), 207-215. ISSN 1978-8096.

- Mayasari, R. (2017). Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Mortalitas dan Histopatologi Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Sebagai Alternatif Materi Biologi Sma Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(2), 123-132. DOI: 10.22219/jpbi.v3i2.3907.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2003). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah. In *Pemerintah Indonesia* (No. 112; 2003).
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2016). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah. In *Pemerintah Indonesia* (No. 68; 2016)
- Maulani, M., Satiyawira, B., Nugrahanti, A., Apriniyadi, M., Nurfajrin, Z. D., Young, H., dan Disaputra, M. K. (2021). Pemanfaatan Pengolahan Limbah Industri Tahu Menggunakan *Bentonite*. *Community Empowerment*, 6(1), 2-8. ISSN: 2614-4964.
- Mulyani, T., dan Mustika, F. (2018). Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Teknologi Bioreaktor *Trickling filter*. *Envirosan*, 1(1), 16–25. ISSN: 1232-3643.
- Muzaidi, I., Anggarini, E., dan Prayugo, H. (2018). Studi Kasus Pencemaran Air Sungai Teluk dalam Banjarmasin Akibat Limbah Domestik. *Media Teknik Sipil*, 16(2), 108–114. ISSN 1693-3095.
- Nasihah, M., Saraswati, A.A., dan Najah, S. (2018). Uji Pengolahan Limbah Cair Melalui Metode Koagulasi-Flokulasi dan Fitoremediasi dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*). *Jurnal Envivscience*, 2(2), 76–79. ISSN 2597-9612.
- Nasoetion, P., Ayu, D.W.S., Saputra, M., dan Ergantara, R. I. (2017). Evaluasi dan Redesign Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rs. Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung. *Jurnal Rekayasa Teknologi Dan Sains*, 1(2), 75–86. ISSN 2541-4720.
- Nazar, F., Mochthar, S., Sufanti, E., Wirjamitrilestari, E., dan Jubaedah, E. (2021). Analisis Implementasi Kebijakan Pengendalian Pembuangan Limbah Cair ke Badan Air Penerima di Kabupaten Purwakarta. *Jurnal Ilmu Administrasi*, 12(1), 30–37. DOI: 10.23969/kebijakan.v12i1.3425.
- /Novitrianingsih, D. Dan, dan Sulistiyaning, T. H. (2017). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *Portable* untuk Kegiatan Usaha Pencucian

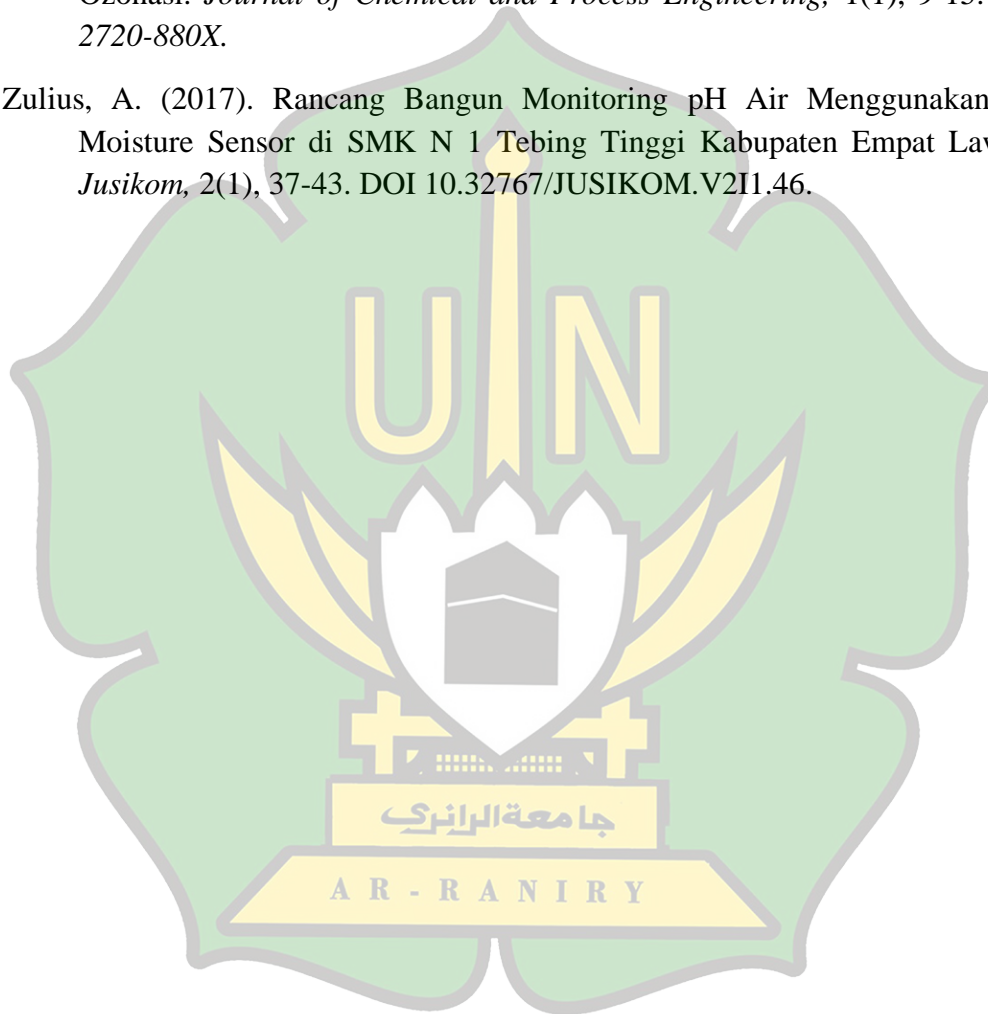
- Mobil di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Its*, 5(2), 321–325. ISSN: 2337-3539
- Nurhidayanti, N., Ardiatma, D., dan Tarnita, T. (2021). Studi Pengolahan Limbah *Greywater* Domestik Menggunakan Sistem Hidroponik dengan Filter Ampas Kopi. *Tekno Insentif*, 15(1), 15–29. DOI: <https://doi.org/10.36787/jti.v15i1.394>.
- Oktofiyani, R., Nurmalasari, N., dan Anggraeni, W. (2017). Penerimaan Sistem *E-Learning* Menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM) Study Kasus Siswa/I Kelas X Di Smu Negeri 92 Jakarta. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 12(1), 46–53. ISSN 1978-1946.
- Pagoray, H., Sulistyawati, S., dan Fitriyani, F. (2021). Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53-65. ISSN 2549-7383
- Parisa, O. (2017). *Pengolahan Air Limbah Domestik Rumah Susun Wonorejo Secara Biologi dengan Trickling filter*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jatim Surabaya.
- Pasaribu, H. M. (2020). *Studi Penurunan COD Dan TSS pada Limbah Cair Tapioka Menggunakan Biofilter Anaerob-Aerob Media Bioball*. Universitas Sumatera Utara.
- Pramita, A., Prasetyanti, D.N., dan Fauziah, D. (2020). Penggunaan Media *Bioball* dan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) sebagai Biofilter Aerobik pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga. *Journal Of Research And Technology*, 6(1), 131–136. ISSN : 2614-526X.
- Prasetyo, Y. (2018). Pengaruh Jenis Filter Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah (*Oreochromis Niloticus*) pada Media Pemeliharaan Air Payau Sistem Resirkulasi (Vol. 2, Issue 1) [Universitas Riau].
- Pratiwi, O.D., Agustina, I., dan Darussalam, U. (2018). Aplikasi Sistem Pakar untuk Identifikasi Tingkat Pencemaran Limbah Cair tahu Berbasis Mobile Android. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 8h(2), 165–172. DOI: <https://doi.org/10.34151/technoscintia.v8i2.166>
- Puspitasari, D. (2018). Dampak Pencemaran Air terhadap Kesehatan Lingkungan dalam Perspektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai CODE di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta). *Laporan Penelitian Dosen Muda Universitas Gadjah Mada*, 21(1), 23–24. DOI: 10.22146/jmh.16254

- Putra, R.R.P., dan Cahyonugroho, O. H. (2021). Efisiensi Metode *Deep Flow Technique* untuk Menurunkan BOD, COD dan TSS pada Limbah Cair tahu Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu dan Kangkung Air. *Jurnal Environtek*, 13(1), 37–43. DOI: <https://doi.org/10.33005/envirotek.v13i1>
- Rakhmayani, I., Aulia, N.S., Jati, D.I., dan Apriani. (2020). Pembuatan Pupuk Kompos Cair dari Air Buangan Industri Tahu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 8(2). 097-103. DOI:10.26418/jtlb.v8i2.44182
- Ramadhani, L., dan Sianturi, L. (2021). Dampak Limbah Rumah Tangga terhadap Pencemaran Lingkungan di Kecamatan Tanjung Morawa. *Prosoding Seminar Nasional Peningkatan Mutu Pendidikan*, 2(1), 97–100.
- Rizkiyanti, D.S., dan Alifiah, T. (2018). Kinerja *Trickling filter* untuk Mengolah Limbah Cair Katering dengan Variasi Media *Bioball* dan Batu Apung Ditinjau dari Parameter BOD₅ dan COD. *Sains Dan Teknologi Terapan Vi*, 2(1), 297–302. ISSN 1693-2617.
- Rizal, M. (2020). Pakan Unggas Dari Limbah Organik. *LP2M IAIN Ambon*. ISBN: 978-623-6830-02-4.
- Said, N.I., dan Utomo, K. (2018). Pengolahan Air Limbah Cair Tahu dengan Proses Lumpur Aktif Yang Diisi dengan Media *Bioball*. *Jai*, 3(2), 160–174. ISSN: 3142-3023.
- Saumi, A.R., dan Purnomo, Y. S. (2018). Penurunan BOD₅ dan Fenol Limbah Kawasan Industri dengan Ketebalan Media *Trickling filter* Bervariasi. *Jurnal Environtek*, 8(2), 1–6. ISSN 2623-1336.
- SNI 06-6989.10. (2004). Air Dan Air Limbah -: Cara Uji Minyak Dan Lemak Secara Gravimetri. *Standar Nasional Indonesia*, 10.
- SNI 01-2332.1. (2006). Uji Mikrobiologi -: Penentuan Coliform Dan Escherichia Coli Pada Produk Perikanan. *Standar Nasional Indonesia*, 1.
- SNI 06-6989.11. (2004). Air Dan Air Limbah -: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter. *Standar Nasional Indonesia*, 11.
- SNI 6989.59. (2008). Air dan Air Limbah -: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. *Standar Nasional Indonesia*, 59.
- SNI 06-6989.3. (2004). Air Dan Air Limbah -: Cara Uji Padatan Tesuspensi Total (*Total Suspended Solid*, TSS) Secara Gravimetri. *Standar Nasional Indonesia*, 3.
- SNI 06-6989.30. (2005). Air dan Air Limbah -: Cara Uji Kadar Ammonia Dengan

Spektrofotometer Secara Fenat. *Standar Nasional Indonesia*, 30.

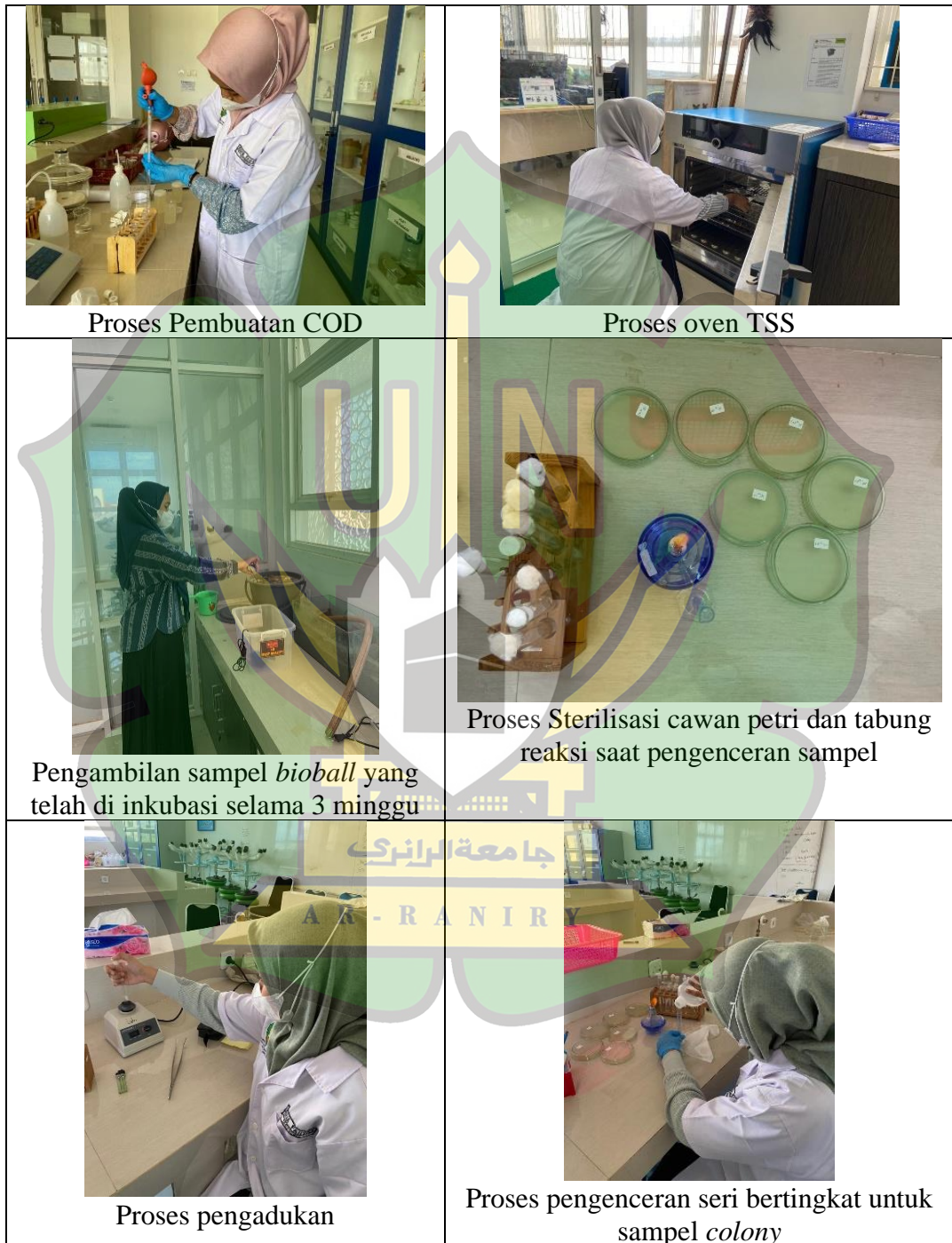
- Siagian, L. (2018). Dampak dan Pengendalian Limbah Cair Industri. In *Jurnal Teknik Nommensen* (Vol. 1, Issue 2, Pp. 98–105). ISSN : 2527 – 5917.
- Siswanti, F., Samudro, G., dan Wardana, I. (2018). Pengaruh Konfigurasi *Anaerobic Baffled Reactor*, Media *Bioball* dan Tanaman Eceng Gondok untuk Penyisihan Ammonia, Urea dan Total Kjeldahl Nitrogen. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(4), 1–10. ISSN 2407-8476.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. *Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah* (SNI 6989.59: 2008), Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., dan Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Trandisplin Pertanian*, 16(2), 245-252. ISSN 1907–4298.
- Subekti, S. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Fakultas Teknik Univer/sitas Wahid Hasyim Semarang*, 6(1), 34-42. ISBN. 978-602-99334-0-6.
- Suhairin, S., Muanah, M., dan Dewi, E. S. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair Di Lombok Tengah NTB. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 374-377. ISSN : 2614-5251
- Sulistia, S., dan Septisya, A. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1), 41–57. ISSN : 2085.38616.
- Suripto, S., dan Trimanta, T. (2017). Sistem *Tracking Filter* untuk Mencegah Pencemaran. *Politeknologi*, 13(1), 2–5. ISSN 2303-1077.
- Sutrisno, E., Sumiyati, S., dan N. (2018). Pengaruh Tanaman Rumput Bebek (*Lemna Minor*) terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Cair Domestik. *Presipitasi*, 7(1), 42–47. ISSN 2614-8757.
- Syarifudin, M. A., Narto., dan Santjoko, H. (2019). Reaktor Pengolah dengan Sistem Biofilter untuk Menurunkan BOD dan TSS Limbah Cair Industri Susu Agro Prima di Turi, Sleman, Yogyakarta. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2), 75–79. ISSN: 1978-5763.
- Wisudawati, N., Yuliatwati, E., Rosyidah, M., Hastarina, M. (2019). Dampak dan Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair. *Jurnal Abdimas Musi Charitas*, 3(1), 59-63. DOI: <https://doi.org/10.32528/agritrop.v17i2.2663>.

- Yudhistira, B., Andriani, M., dan Utami, R. (2018). Karakterisasi: Limbah Cair Industri Tahu dengan Koagulan yang Berbeda (Asam Asetat dan Kalsium Sulfat). *Journal of Sustainable Agriculture*, 31(2), 137-145. doi 10.20961/carakatani.v31i2.11998.
- Yulianto, R., Prihanto, R. L., Redjeki, S., dan Iriani, I. (2020). Penurunan Kandungan COD dan BOD Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Ozonasi. *Journal of Chemical and Process Engineering*, 1(1), 9-15. ISSN 2720-880X.
- Zulius, A. (2017). Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang. *Jusikom*, 2(1), 37-43. DOI 10.32767/JUSIKOM.V2I1.46.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian





Proses inokulasi sampel menggunakan mikropipet



Proses sterilisasi media setelah diratakan menggunakan bunsen



Proses Wrap cawan petri



Pengukuran total colony menggunakan colony counter



Proses pengukuran COD dengan menggunakan COD meter



Proses pengukuran pH menggunakan pH meter



Proses pembuatan TSS



	Proses meratakan suspensi sampel pada media pertumbuhan koloni
 <p data-bbox="320 763 775 801">Pembuatan Reaktor <i>Trickling filter</i></p>	



Lampiran 2. Metode Pengamatan

Adapun Bahan yang digunakan dalam metode pengamatan awal adalah:

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan pada metode pengamatan awal:

No	Alat Dan Bahan	Volume	Kegunaan
1	<i>Container Plastic Box</i>	2	Menampung dan mengolah limbah
2	<i>Bioball</i>	50	Media Filtrasi
3	Batu Apung	50	Media Filtrasi
4	Limbah Cair Tahu	10	Bahan untuk pengolahan

Prosedur pengamatan awal berdasarkan Tabel 1 adalah:

1. Dipersiapkan alat dan bahan untuk pengamatan awal yaitu, *container plastic box*, media *bioball*, batu apung, dan limbah cair tahu sebanyak 10 liter.
2. Kemudian, ditambahkan limbah cair tahu ke dalam masing-masing 2 *container plastic box*.
3. Ditambahkan media *bioball* dan batu apung ke dalam *container plastic box* secara terpisah.
4. Selanjutnya, dilakukan inkubasi bakteri selama 7 hari sehingga terbentuknya lapisan biofilm ditandai dengan adanya lendir.
5. Berdasarkan hasil pengamatan awal selama 7 hari diketahui bahwa terbentuknya lapisan biofilm pada media *bioball*. Sedangkan pada media batu apung lapisan biofilm tidak terbentuk.
6. Sehingga pada penelitian ini dilakukan eksperimen lebih lanjut terkait penggunaan media *bioball* untuk proses degradasi limbah cair domestik.

Lampiran 3 Perhitungan TSS

Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2401 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 657 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2393 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 649 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2376 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 632 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

3. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2366 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 622 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

4. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2285 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \end{aligned}$$

$$= 541 \text{ mg/L}$$

5. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2266 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 522 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

6. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2254 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 510 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

7. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2247 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 503 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

8. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2164 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 420 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

9. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.2063 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \end{aligned}$$

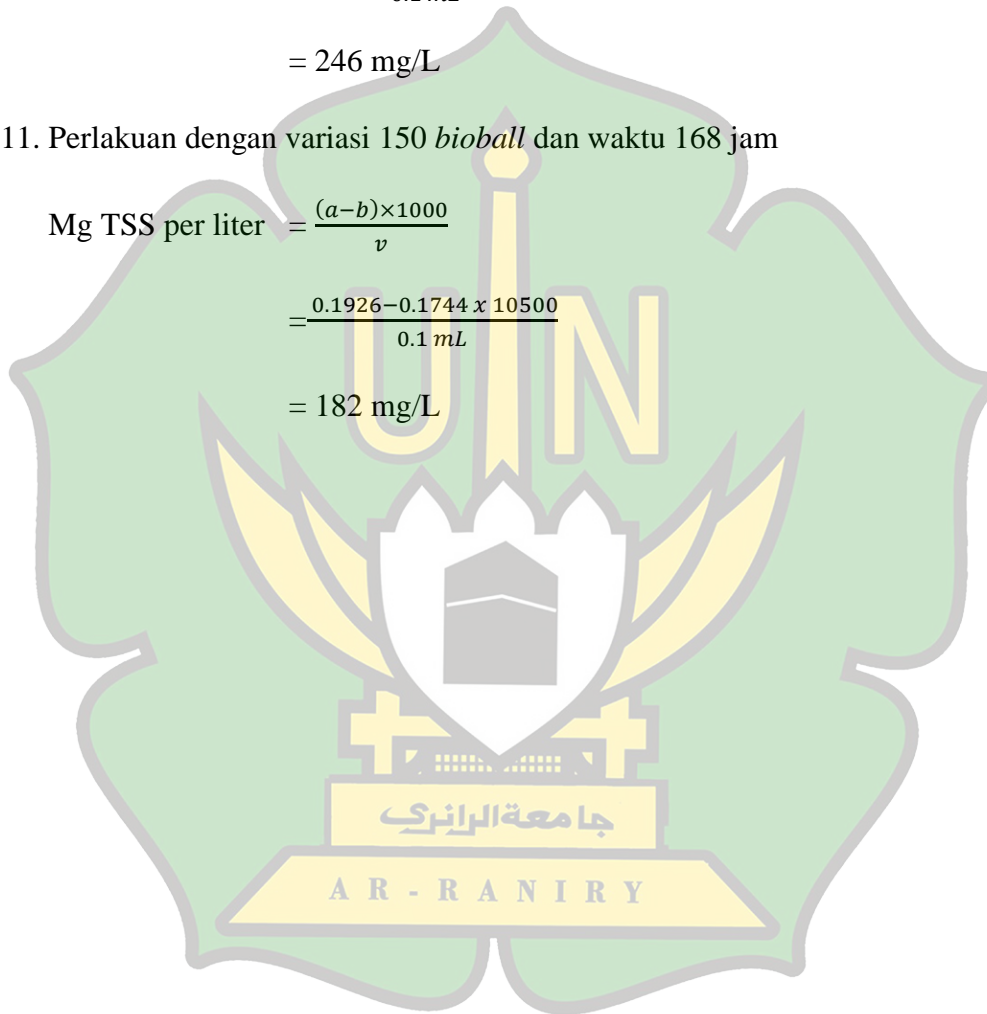
$$= 319 \text{ mg/L}$$

10. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.1990 - 0.1744 \times 1000}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 246 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

11. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(a-b) \times 1000}{v} \\ &= \frac{0.1926 - 0.1744 \times 10500}{0.1 \text{ mL}} \\ &= 182 \text{ mg/L} \end{aligned}$$



Lampiran 4. Perhitungan Efektivitas

Efektivitas COD terhadap *trickling filter*

1. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-1.330)}{1.400} \times 100 \\ &= 5.00\%\end{aligned}$$

2. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-1287)}{1.400} \times 100 \\ &= 8.07\%\end{aligned}$$

3. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-1130)}{1.400} \times 100 \\ &= 19.29\%\end{aligned}$$

4. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-986)}{1.400} \times 100 \\ &= 29.57\%\end{aligned}$$

5. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-816)}{1.400} \times 100 \\ &= 41.71\%\end{aligned}$$

6. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-713)}{1.400} \times 100 \\ &= 49.07\%\end{aligned}$$

7. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-632)}{1.400} \times 100 \\ &= 54.86\%\end{aligned}$$

8. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-545)}{1.400} \times 100 \\ &= 61.07\%\end{aligned}$$

9. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-496)}{1.400} \times 100 \\ &= 64.57\%\end{aligned}$$

10. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-420)}{1.400} \times 100 \\ &= 70.00\%\end{aligned}$$

11. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-343)}{1.400} \times 100 \\ &= 75.50 \%\end{aligned}$$

12. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-297)}{1.400} \times 100 \\ &= 78.79 \%\end{aligned}$$

Efektivitas TSS terhadap *trickling filter*

1. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-657)}{1.400} \times 100 \\ &= 13.10 \% \end{aligned}$$

2. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-649)}{1.400} \times 100 \\ &= 14.15 \% \end{aligned}$$

3. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-632)}{1.400} \times 100 \\ &= 16.40 \% \end{aligned}$$

4. Perlakuan dengan variasi 50 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-622)}{1.400} \times 100 \\ &= 17.72 \% \end{aligned}$$

5. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-541)}{1.400} \times 100 \\ &= 28.44 \% \end{aligned}$$

6. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-522)}{1.400} \times 100 \\ &= 30.95 \% \end{aligned}$$

7. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-510)}{1.400} \times 100 \\ &= 32.54 \% \end{aligned}$$

8. Perlakuan dengan variasi 100 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-503)}{1.400} \times 100 \\ &= 33.47 \% \end{aligned}$$

9. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 8 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-420)}{1.400} \times 100 \\ &= 44.44 \% \end{aligned}$$

10. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 24 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-319)}{1.400} \times 100 \\ &= 57.80 \% \end{aligned}$$

11. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 72 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-246)}{1.400} \times 100 \\ &= 67.46 \% \end{aligned}$$

12. Perlakuan dengan variasi 150 *bioball* dan waktu 168 jam

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektifitas} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100 \\ &= \frac{(1.400-182)}{1.400} \times 100 \\ &= 75.93 \%\end{aligned}$$



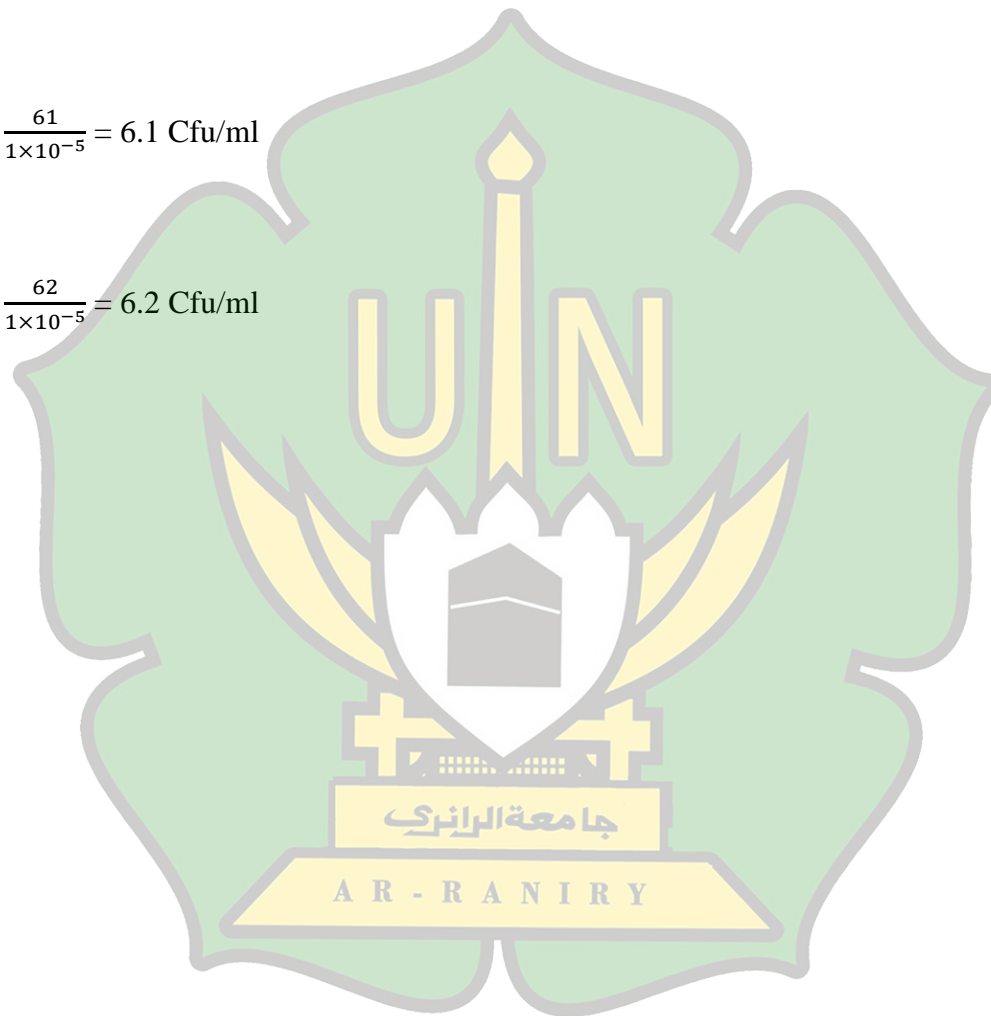
Lampiran 5. Perhitungan Total koloni

$$\frac{44}{1 \times 10^{-5}} = 4.4 \text{ Cfu/ml}$$

$$\frac{28}{1 \times 10^{-5}} = 2.8 \text{ Cfu/ml}$$

$$\frac{61}{1 \times 10^{-5}} = 6.1 \text{ Cfu/ml}$$

$$\frac{62}{1 \times 10^{-5}} = 6.2 \text{ Cfu/ml}$$



Lampiran 6. Hasil Perhitungan SPSS

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu, Bioball ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: COD

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.981 ^a	.963	.955	76.35585

a. Predictors: (Constant), Waktu, Bioball

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1378338.973	2	689169.487	118.207	.000 ^b
	Residual	52471.944	9	5830.216		
	Total	1430810.917	11			

a. Dependent Variable: COD

b. Predictors: (Constant), Waktu, Bioball

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1651.366	63.078		26.180	.000
	Bioball	-7.943	.540	-.939	-14.711	.000
	Waktu	-1.581	.353	-.286	-4.473	.002

a. Dependent Variable: COD

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu, Bioball ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: pH

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.988 ^a	.977	.971	.24589

a. Predictors: (Constant), Waktu, Bioball

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	22.658	2	11.329	187.382	.000 ^b
	Residual	.544	9	.060		
	Total	23.203	11			

a. Dependent Variable: pH

b. Predictors: (Constant), Waktu, Bioball

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.510	.203		12.359	.000
	Bioball	.032	.002	.940	18.405	.000
	Waktu	.007	.001	.306	6.002	.000

a. Dependent Variable: pH

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu, Bioball ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: TSS

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.954 ^a	.910	.890	53.24795

a. Predictors: (Constant), Waktu, Bioball

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	257480.819	2	128740.410	45.406	.000 ^b
	Residual	25518.097	9	2835.344		
	Total	282998.917	11			

a. Dependent Variable: TSS

b. Predictors: (Constant), Waktu, Bioball

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	870.293	43.988		19.785	.000
	Bioball	-3.483	.377	-.926	-9.249	.000
	Waktu	-.566	.247	-.230	-2.294	.047

a. Dependent Variable: TSS

Lampiran 7. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 05 Tahun 2014.





SALINAN

-1-

PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 5 TAHUN 2014
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
MENTERI LINGKUNGAN HIDUP REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 20 ayat (5) huruf b, Undang-Undang nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, perlu menetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup tentang Pengelolaan Baku Mutu Air Limbah;

Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembar Negara Republik Indonesia tahun 2009 nomor 140);

2. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3816);

3. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);

4. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi, dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 4737);

5. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan (Lembaran Negara Republik Indonesia tahun 2012 nomor 48);

6. Peraturan ...

-45-

LAMPIRAN XVIII
 PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
 REPUBLIK INDONESIA
 NOMOR 5 TAHUN 2014
 TENTANG
 BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
 PENGOLAHAN KEDELAI

Parameter	Pengolahan Kedelai					
	Kecap		Tahu		Tempe	
	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)
BOD	150	1,5	150	3	150	1,5
COD	300	3	300	6	300	3
TSS	100	1	200	4	100	1
pH	6 – 9					
Kuantitas air limbah Paling tinggi (m ³ /ton)	10		20		10	

Keterangan :

- 1) *) kecuali untuk pH
- 2) Satuan kuantitas air limbah adalah m³ per ton bahan baku
- 3) Satuan beban adalah kg per ton bahan baku

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
 REPUBLIK INDONESIA,

ttd

BALTHASAR KAMBUAYA

Salinan sesuai dengan aslinya
 Kepala Biro Hukum dan Humas

Rosa Vivien Ratnawati

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y