

**PENYISIHAN KADAR AMONIA (NH₃) DENGAN
MENGUNAKAN METODE *MOVING BED BIOFILM*
REACTOR (MBBR) SEDERHANA PADA LIMBAH
INDUSTRI PUPUK UREA**

SKRIPSI

Diajukan oleh:

**MUTIA ZUHRA
NIM. 180702036
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENYISIHAN KADAR AMONIA (NH₃) DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *MOVING BED BIOFILM REACTOR* (MBBR) SEDERHANA
PADA LIMBAH INDUSTRI PUPUK UREA**

SKRIPSI

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:

MUTIA ZUHRA

NIM. 180702036

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 30 Oktober 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Syafrina Sari Lubis. M.Si

NIDN. 2025048003



جامعة الرانيري
AR-RANIRY



Husnawati Yahya. M.Sc

NIDN. 2009118301

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



Husnawati Yahya. M.Sc.

NIDN. 2009118301

TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal : Jumat, 28 November 2022

4 Jumadil Awal 1444 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

Sekretaris,



Husnawati Yahya, M.Sc.
NIDN. 2009118301

Penguji I,



Diannita Harahap, M.Si.
NIDN. 2022038701

Penguji II,



M. Faisi Ikhwal, M.Eng
NIDN. 2008109101

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU

NIP. 19620021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutia Zuhra
NIM : 180702036
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Penyisihan Kadar Amonia (NH_3) Dengan Menggunakan Metode *Moving Bed Biofilm Reactor*(MBBR) Sederhana Pada Limbah Industri Pupuk Urea

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

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 Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 30 Oktober 2022




Mutia Zuhra

ABSTRAK

Nama : Mutia Zuhra
NIM : 180702036
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Penyisihan Kadar Amonia (NH_3) Dengan Menggunakan Metode *Moving Bed Biofilm Reactor*(MBBR) Sederhana Pada Limbah Industri Pupuk Urea
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis M.Si
Pembimbing II : Husnawati Yahya. M.Sc
Kata Kunci : Limbah Amonia, Metode MBBR, Media *Kaldness*, Biofilm.

Limbah amonia industri pupuk urea merupakan suatu limbah yang mengandung amonia (NH_3) yang dihasilkan dari proses industri pupuk urea yang memiliki sifat racun sehingga jika dibuang langsung ke lingkungan dapat mencemari lingkungan dan merusak ekosistem. Salah satu metode yang digunakan untuk menurunkan kadar amonia (NH_3) adalah metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) yang merupakan metode pengolahan biologis yang menggunakan media *Kaldness* sebagai tempat pengembangbiakan mikroorganisme atau tempat pembentukan biofilm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas dari metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) dalam mendegradasi polutan pH, TSS, COD dan amonia (NH_3) pada limbah industri pupuk urea. Penelitian ini menggunakan variasi media dalam reaktor sebanyak 30% dan 50% dari volume limbah dengan variasi waktu kontak selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Penurunan kadar polutan pH tertinggi terjadi pada variasi waktu 24 jam dengan variasi media sebanyak 50% yaitu 8,5 dari konsentrasi awal 9,1. Kadar TSS semakin meninggi pada variasi waktu 72 jam dengan media sebanyak 50% yang dari kadar awalnya 16 mg/l menjadi 474 mg/L. Penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada waktu 72 jam dengan variasi media 0% karena berada pada reaktor kontrol yaitu dari nilai awal 243 mg/L menjadi 5 mg/L. Sedangkan penurunan kadar polutan amonia (NH_3) tertinggi terjadi pada variasi waktu 72 jam dengan variasi media sebanyak 50% dengan kadar awal 112,04 mg/L menjadi 86,53 mg/L.

ABSTRACT

Name : Mutia Zuhra
NIM : 180702036
Study program : Environmental Engineering
Title : Removal of Ammonia (NH_3) Levels Using the Simple Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Method on Urea Fertilizer Industry Waste
Supervisor I : Syafrina Sari Lubis M.Si
Supervisor I : Husnawati Yahya. M.Sc
Keywords : Ammonia Waste, MBBR Method, Media kaldness, Biofilm.

Urea fertilizer industry ammonia waste is a waste containing ammonia (NH_3) produced from the urea fertilizer industry process which has toxic properties so that if discharged directly into the environment it can pollute the environment and damage the ecosystem. One of the methods used to lower ammonia levels (NH_3) is the Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) method which is a biological processing method that uses Kaldnes media as a breeding ground for microorganisms or a place for biofilm formation. The purpose of this study is to determine the effectiveness of the Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) method in degrading pH, TSS, COD and ammonia (NH_3) pollutants in urea fertilizer industrial waste. This study used media variations in the reactor as much as 30% and 50% of the waste volume with variations in contact time for 24 hours, 48 hours and 72 hours. The highest decrease in pH pollutant levels occurred at a 24-hour time variation with a media variation of 50% which was 8.5 from the initial concentration of 9.1. TSS levels increased at a time variation of 72 hours with a medium of 50% which from the initial level of 16 mg/L to 474 mg/L. The highest decrease in COD levels occurred at 72 hours with a media variation of 0% because it was in the control reactor, namely from the initial value of 243 mg/L to 5 mg/L. Meanwhile, the highest decrease in ammonia pollutant (NH_3) levels occurred at a time variation of 72 hours with a media variation of 50% with an initial level of 112.04 mg/L to 86.53 mg/L.

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, petunjuk bagi seluruh manusia dan rahmat bagi segenap alam. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabatnya dan kepada seluruh umatnya yang selalu istiqomah hingga akhir zaman. Penulis dalam kesempatan ini mengambil judul skripsi “**Penyisihan Kadar Amonia (NH₃) Dengan Menggunakan Metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) Sederhana Pada Limbah Pupuk Urea**” penulisan proposal skripsi bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dan menyelesaikan proposal skripsi ini, penulis juga mendapatkan banyak pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berarti. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, **Allah Subhanahu Wata’ala** yang telah memberi nikmat sehat dan kelancaran dalam prose pembuatan tugas akhir saya.
2. Kedua orang tua penulis **Bapak Rusli.H** dan **Ibu Syamsiah S.Pd** atas segala doa dan ketulusan kasih sayangnya baik dalam bentuk moril dan materil dari sejak awal hingga selesai dalam melaksanakan tugas akhir demi mencapai kesuksesan anaknya tercinta dalam menyelesaikan kuliah.
3. **Bapak Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T.**, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. **Ibu Husnawati yahya., M.Sc** selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan dan selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
5. **Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.** selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan dan pembimbing akademik.
6. **Ibu Syafrina Sari Lubis., M.Si** selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi dukungan dan

ilmu serta nasihat sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini. Semoga Allah membalas semua kebaikan beliau.

7. **Bapak Hadi Kurniawan, M.Si**, selaku kepala Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
8. **Bapak Arief Rahman, M.T**, selaku kepala Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry.
9. Seluruh **Dosen Prodi Teknik Lingkungan** UIN Ar-Raniry yang telah berkenan memberikan ilmu dan pengetahuan selama perkuliahan. Dan kepada Para seluruh **karyawan/staff di fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry** yang telah memberi informasi selama masa perkuliahan.
10. Teruntuk adik-adik saya **tercinta Putro Raihannah, Muhammad Hasan, dan Muhammad Noval Al-farisy** yang selalu memberikan semangat ,do dan dukungan kepada saya.
11. Seluruh teman teman seperjuangan **Teknik Lingkungan angkatan 2018 juga kepada senior** yang telah membantu serta teman teman **Himpunan Mahasiswa Islam** Komisariat Sains dan Teknologi yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Terakhir yang paling istimewa untuk diri saya sendiri, **Mutia Zuhra** atas segala kerja keras dan semangat perjuangan yang tidak pernah menyerah walaupun sudah berada di titik lelah. Semoga saya selalu rendah hati dan tidak pernah lupa kepada sang pencipta.

Semoga amal baik mereka mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan yang berlipat ganda. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk lebih menyempurnakan skripsi ini.

Banda Aceh, 30 Oktober 2022

Penulis,

Mutia Zuhra

DAFTAR ISI

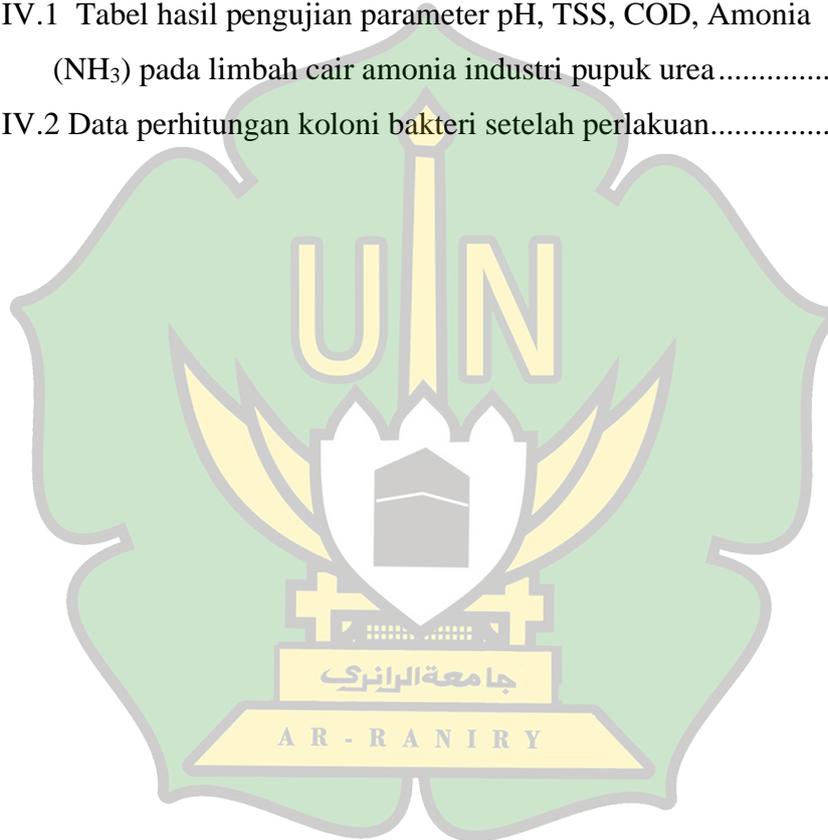
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMBANG	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Manfaat penelitian	3
I.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Limbah Cair Amonia (NH ₃)	5
II.1.1 Definisi Limbah Cair Amonia (NH ₃).....	5
II.1.2 Sifat Kimia Dan Fisika Amonia (NH ₃).....	5
II.1.3 Baku Mutu Limbah Amonia (NH ₃)	6
II.1.4 Dampak Gas Amonia (NH ₃) Terhadap Kesehatan Manusia.....	8
II.2 <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR)	8
II.2.1 Pengertian <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR)	8
II.2.2 Kelebihan <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR)	10
II.2.3 Cara Kerja <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR)	10
II.2.4 Biofilm	11
II.2.5 Media <i>Kaldness</i>	11
II.3 spektrofotometer UV-Vis	12
II.3.1 Definisi spektrofotometer UV-Vis.....	12
II.3.2 Prinsip Kerja spektrofotometer UV-Vis	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
III.1 Metode Penelitian	14
III.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	14
III.2.1 Waktu Penelitian.....	14
III.2.2 Lokasi Pengambilan Sampel.....	14
III.2.3 Lokasi Laboratorium	15
III.3 Alat dan Bahan	15
III.3.1 Alat	15
III.3.2 Bahan	16
III.4 Sumber dan Jenis Data	16
III.5 Pemeriksaan Karakteristik Limbah.....	16
III.6 Alur Penelitian	19
III.7 Desain Instrument Reaktor	20

III.8 Tahap Persiapan.....	20
III.9 Tahap Pelaksanaan.....	21
III.9.1 Tahap Pengambilan Air Limbah.....	21
III.9.2 Tahap Pembiakan Mikroorganisme (<i>seeding</i>).....	21
III.9.3 Proses Pengaplikasian Reaktor.....	22
III.9.4 Tahap Perhitungan Koloni.....	23
III.9.5 Tahap Analisis Data.....	24
III.9.6 Tahap Pelaporan	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
IV.1 Hasil Penelitian.....	26
IV.1.1 Hasil Pengujian Parameter pH, TSS, COD dengan Menggunakan Metode MBBR.....	26
IV.2 Pembahasan.....	30
IV.2.1 Pengujian Parameter pH Dengan Menggunakan Metode MBBR.....	30
IV.2.2 Pengujian Parameter TSS Dengan Menggunakan Metode MBBR.....	32
IV.2.3 Pengujian Parameter COD Dengan Menggunakan Metode MBBR.....	33
IV.2.4 Pengujian Parameter Amonia (NH ₂) Dengan Menggunakan Metode MBBR.....	34
BAB V PENUTUP.....	36
V.1 Kesimpulan.....	36
V.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN.....	42



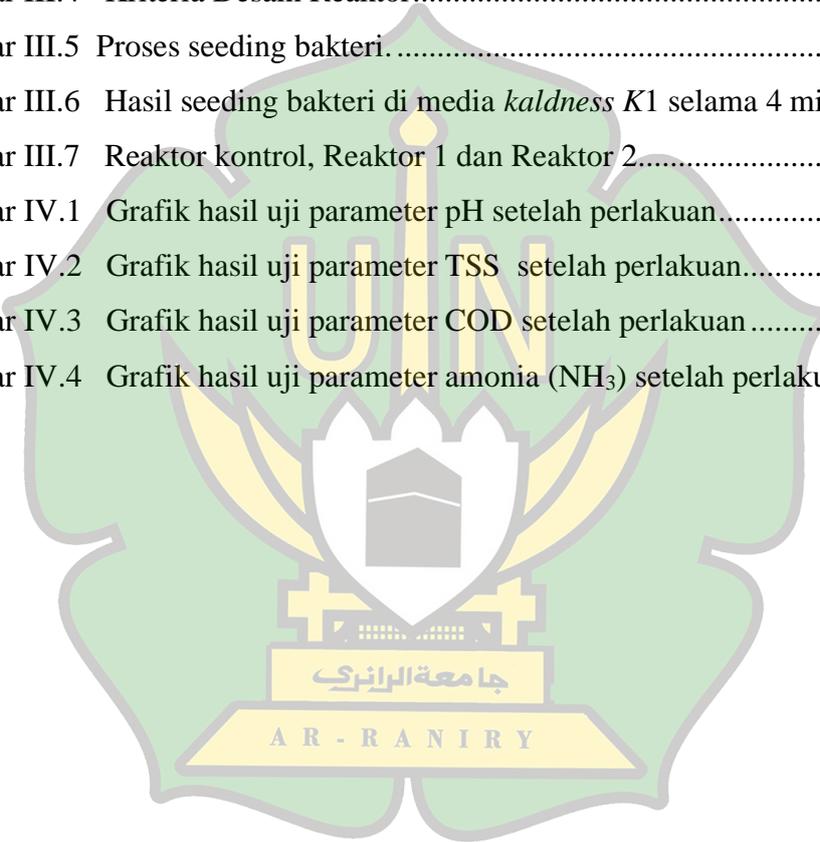
DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Sifat Fisik Amonia (NH ₃).....	6
Tabel II.2 Peraturan Nasional Batas Kadar Udara Ambien Amoniak (NH ₃)	6
Tabel II.3 Keputusan menteri negara lingkungan hidup tentang baku mutu lingkungan untuk limbah cair industri pupuk	7
Tabel III.1 Kriteria Berat Media Dalam Reaktor	23
Tabel IV.1 Tabel hasil pengujian parameter pH, TSS, COD, Amonia (NH ₃) pada limbah cair amonia industri pupuk urea.....	26
Tabel IV.2 Data perhitungan koloni bakteri setelah perlakuan.....	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	<i>Moving Bed Biofilm Reactor</i>	9
Gambar II.2	Media Biofilm <i>Kaldness 1</i> (K1)12
Gambar II.3	Prinsip Kerja Spektrofotometer UV-Vis	13
Gambar III.1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel.	15
Gambar III.2	Linieritas absorbansi Larutan Standar amonia (NH ₃)	18
Gambar III.3	Alur Penelitian.....	19
Gambar III.4	Kriteria Desain Reaktor.....	20
Gambar III.5	Proses seeding bakteri.....	22
Gambar III.6	Hasil seeding bakteri di media <i>kaldness K1</i> selama 4 minggu.	22
Gambar III.7	Reaktor kontrol, Reaktor 1 dan Reaktor 2.....	23
Gambar IV.1	Grafik hasil uji parameter pH setelah perlakuan.....	28
Gambar IV.2	Grafik hasil uji parameter TSS setelah perlakuan.....	28
Gambar IV.3	Grafik hasil uji parameter COD setelah perlakuan	29
Gambar IV.4	Grafik hasil uji parameter amonia (NH ₃) setelah perlakuan	29



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
CFU/MI	: <i>Colony forming unit/mili</i>	28
COD	: <i>Chemical oxigen demand</i>	3
H ₂	: <i>hidrogen</i>	1
H ₂ O	: <i>dihidrogen oksida</i>	1
H ₂ SO ₄	: <i>Sulfurid acid</i>	16
HDPE	: <i>High desity polyetylene</i>	20
IPAL	: <i>Instalasi pengolahan air limbah</i>	1
K ₂ CR ₂ O ₇	: <i>Potasiuum dichormate</i>	16
MBBR	: <i>Moving bed biofilm reactor</i>	3
Mg/L	: <i>Miligram/liter</i>	28
N ₂	: <i>Nitrogen</i>	1
NA	: <i>Natrium agar</i>	23
NH ₄ ⁻	: <i>Amonium</i>	3
NH ₄ CL	: <i>Amonium clorida</i>	16
PVC	: <i>Polyvin chloride</i>	15
R-1	: <i>Reaktor 1</i>	28
R-2	: <i>Reaktor 2</i>	28
R-K	: <i>Reaktor kontrol</i>	28
TPC	: <i>Total plate count</i>	23
TSS	: <i>Total suspended solid</i>	3

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Amonia merupakan salah satu senyawa yang dihasilkan dari proses industri pupuk yang sifatnya toksik dan mencemari lingkungan. Limbah amonia berasal dari sejumlah unit yang terdapat dalam *plant urea* yang ditampung ke dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) (Dinny & puji, 2019). Amonia yang berada di atmosfer juga berasal dari berbagai sumber lainnya seperti berasal dari dekomposisi kotoran, proses pemurnian minyak bumi, peternakan, dan pemakaian pupuk. Dari sumber-sumber tersebut amonia banyak ditemukan di udara, tanah, dan juga air. Amonia banyak ditemukan dalam bentuk gas di kawasan industri dan dekat lokasi limbah industri, di larutan air kolam dan di badan air dekat limbah. Dan amonia juga banyak ditemukan pada partikel tanah dekat dengan lokasi pembuangan dan pengolahan limbah. (*Environmental Protection Agency*, 2018).

Di Berbagai wilayah di Indonesia sudah terbangun banyak pabrik pupuk urea yang akan banyak menghasilkan limbah diantaranya Pupuk Iskandar Muda di Aceh, Pupuk Sriwijaya di Palembang, Pupuk Kujang di Karawang dan Pupuk Kaltim di Kalimantan Timur. Bahan baku utama pengolahan pupuk urea adalah nitrogen (N_2), hidrogen (H_2), dan karbondioksida (H_2O). Unit pengolahan pupuk urea ada beberapa macam yaitu: unit pembangkit uap, unit pembangkit listrik, unit penjernihan air, unit amoniak, dan unit urea. Tidak diherankan hasil akhir dari pengolahan pupuk urea akan menghasilkan limbah berkisar antara 170 ppm – 300 ppm per harinya (Dinny & Puji, 2019)

Keberadaan industri pupuk urea dapat memberikan dampak negatif berupa limbah pencemar yang berbahaya dan salah satu diantaranya adalah amonia yang merupakan bahan utama pembuatan dari pupuk tersebut yang bersifat korosif dan dapat menyebabkan kerusakan jaringan badan (PP. No 18 Tahun 1999). Amonia dapat menyebabkan kondisi toksik di kehidupan perairan. Kondisi tersebut tergantung pada pH dan temperatur, karena pada kondisi tertentu amoniak akan berubah menjadi amonium (NH_4^+) sehingga dapat mempercepat pertumbuhan ganggang dan eceng gondok pada sungai setempat karena kemampuan amonia

untuk menyerap nutrisi dan air dengan maksimal dengan adanya peningkatan pertumbuhan ganggang dan eceng gondok yang memicu pendangkalan sungai sehingga menyebabkan sinar matahari sulit menembus sungai dan dapat mematikan biota sungai yang merupakan komoditas perairan sehingga berdampak buruk pada kehidupan di lingkungan air dan mempengaruhi keseimbangan hidup manusia (Azizah., 2017)

Upaya dalam pengurangan dan penyisihan amonia yang sering digunakan oleh beberapa pabrik di Indonesia yaitu *stripping tower aeration*, *stripping tower aeration* adalah prose pemisahan amoniak dengan cara penguapan atau diterbangkan ke udara bebas dengan perlakuan mengalirkan udara ke dalam aliran cairan dan dinaikkan suhu menjadi 600°C. Hal ini akan membuat amonia akan terlarut dalam air dan akan mencemari perairan. Metode *adsorption as ammonium ion onto zeolite* dirasa kurang efektif dengan pengolahan limbah skala besar karena permukaan adsorben zeolit yang terbatas sedangkan metode *moving Bed Biofilm Reactor* adalah salah satu metode yang menggunakan proses *Biological treatment* yang menggunakan biomassa organik sebagai media pengolahan polutan (Chandrika, 2017).

Moving Bed Biofilm Reactor merupakan pengolahan biologis kombinasi yang menggunakan media dan memanfaatkan dua bentuk biomassa diantaranya yaitu flok tersuspensi dan melekat (*biofilm*). Prinsip kerja dari *Moving Bed Biofilm Reactor* ini didasari dengan penggunaan media sebagai tempat pengembangbiakan mikroorganisme. Media ini akan dijaga agar terus bergerak didalam tangki aerasi yang diberikan aerator penggerak sehingga biomassa akan tumbuh membentuk biofilm di permukaan (Arina & Welley, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nusa *et al.*, (2019) kadar amonia dapat disisihkan pada limbah lindi dengan menggunakan operasi metode *Moving Bed Biofilm Reactor* dengan waktu tinggal 6 jam yaitu mencapai 89% dan hal itu telah memenuhi baku mutu yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah nomor 122 tahun 2005 yaitu 1-10 mg/L jika dikonversikan ke dalam ppm adalah sebesar 1-10 ppm. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Nadhira & Yoyok (2020) pada penurunan kadar polutan pada air limbah industri tempe menggunakan *Moving*

Bed Biofilm Reactor dan media *kaldness*, amonia dapat diturunkan mencapai 87,98%.

Oleh karena itu penulis tertarik untuk meneliti pengembangan teknologi pada pengolahan limbah industri terutama pada industri pupuk yang berfokus pada penyisihan amonia dengan menggunakan metode MBBR ini. Hal ini juga diharapkan agar pada setiap industri pabrik pupuk untuk mengambangkan dalam bentuk yang relatif besar agar dapat menampung limbah amonia yang dihasilkan oleh setiap pabrik per harinya. Dan penelitian ini juga diharapkan oleh penulis menjadi salah satu solusi agar industri pabrik pupuk dapat mengeluarkan limbah yang sesuai dengan baku mutu lingkungan yang sudah ditetapkan baku mutu di SNI maupun di peraturan lainnya.

I.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitiannya ini adalah seberapa besar kadar pH, TSS, COD dan amonia (NH_3) pada limbah industri pupuk urea dapat disisihkan oleh metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) sederhana dalam jangka waktu yang ditentukan ?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan persen penyisihan pH, TSS, COD dan amonia (NH_3) limbah industri pupuk urea yang signifikan dengan menggunakan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) sederhana dalam jangka waktu yang ditentukan.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

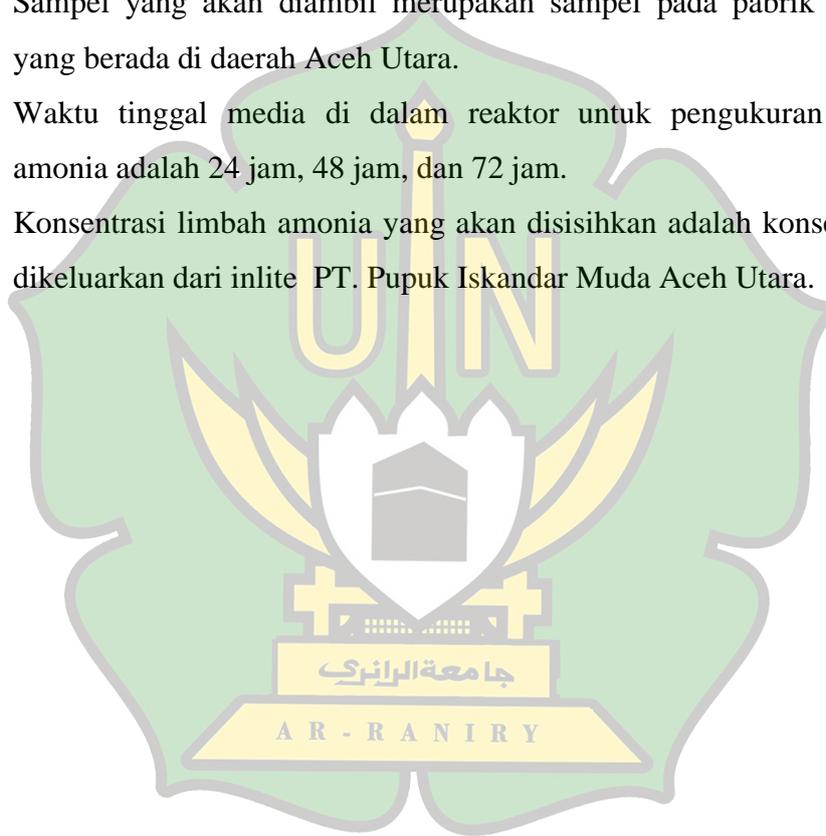
1. Bagi peneliti, sebagai bahan tambahan pengetahuan dan keterampilan yang menyeluruh terkait metode MBBR yang diaplikasikan pada limbah industri pupuk urea, serta sebagai menjadi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana.
2. Bagi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, sebagai langkah perwujudan misi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dalam mengembang tradisi riset multidisiplin dan integresif dengan memperhatikan syariat islam.

3. Bagi instansi PT. Pupuk Iskandar Muda, penelitian ini dapat menjadikan rekomendasi dalam upaya penyisihan polutan pada limbah industri pupuk urea agar tidak mencemari lingkungan

I.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Metode yang digunakan adalah metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) sederhana.
- b. Media biofilm yang digunakan adalah media *Kaldness 1*.
- c. Sampel yang akan diambil merupakan sampel pada pabrik pupuk urea yang berada di daerah Aceh Utara.
- d. Waktu tinggal media di dalam reaktor untuk pengukuran penyisihan amonia adalah 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.
- e. Konsentrasi limbah amonia yang akan disisihkan adalah konsentrasi yang dikeluarkan dari inlite PT. Pupuk Iskandar Muda Aceh Utara.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Limbah Cair Amonia (NH₃)

II.1.1 Definisi Limbah Cair Amonia (NH₃)

Amonia adalah gas tajam yang tidak berwarna yang terdiri dari unsur nitrogen (N) dan tiga unsur hidrogen (H₃) dengan titik didih -33,5°C cairannya mempunyai panas penguapan yang bebas yaitu 1,37 KJ/g pada titik didih (*Environmental Protection Agency*, 2018). Amonia dapat bersifat racun pada manusia jika masuk ke tubuh manusia lebih dari jumlah yang dapat didetoksifikasi oleh tubuh. Pada manusia resiko terbesar dari penghirupan amoniak adalah kematian. Jika terlarut dalam perairan maka akan dapat meningkatkan konsentrasi amonia yang akan menyebabkan pertumbuhan eceng gondok dan akan menimbulkan keracunan bagi hampir semua organisme perairan (*Maddusa et al.*, 2018).

Senyawa- senyawa amonia, nitrogen dan nitrit merupakan zat yang dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam perairan. Pembuangan senyawa ini ke dalam perairan tanpa pengolahan yang tepat dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam sistem ekologi alami yang meningkatkan eutrofikasi. Untuk itu perlu sistem pengolahan limbah cair yang dapat menyisihkan kadar amonia sehingga efluennya dapat memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke badan air penerima (*Sudarman et al.*, 2020)

II.1.2 Sifat Kimia dan Fisika Amonia (NH₃)

Sifat kimia dari amonia (NH₃) di dalam air amonia akan mudah terdekomposisi menjadi ion amonium dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Dimana NH₃ adalah amonia yang tidak mudah terlarut, NH₄⁺ adalah amoniak yang terionkan (ion amonium). Pada air dengan suhu 0°C dengan pH 6, hampir semua amoniak berbentuk ion ammonium. Hanya 0,01% amonia saja yang berada dalam bentuk tak terionkan. Pada suhu 30°C dan pH 10, sebanyak 89% amonia berada dalam bentuk tak terionkan (*Romli M et al.*, 2018)

Tabel II.1 Sifat fisika amonia (NH₃)

Sifat fisika	Nilai
Massa jenis dan fasa	0,7710 g/L, gas
Kelarutan dalam air	89,9 g/100ml pada 0°C
Titik lebur	-77,7°C (195,42 K)
Temperatur autosolulan	650°C
Titik didih	-33,34°C (239,81 K)
Keasaman (pka)	9,25
Kebasaan (pka)	4,75

Sumber: *toxicological profile for ammonia*, EPA, 2019

II.1.3 Baku Mutu Limbah Amonia (NH₃)

Baku mutu udara digunakan sebagai batasan untuk kadar unsur pencemar tertentu pada udara ambien. Unsur polutan yang kadarnya melebihi baku mutu akan mengganggu lingkungan dan berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia. Walaupun baku mutu NH₃ belum diatur dalam peraturan pemerintah Indonesia namun ada peraturan internasional mengenai batas kadar udara ambien untuk amonia (NH₃)

Tabel II.2 Keputusan menteri negara lingkungan hidup tentang baku mutu limbah cair limbah industri pupuk urea (KEP-15/MENLH/10/2015)

Parameter	Kadar maksimum (mg/L)	Beban pencemaran maksimum (kg/ton)
BOD	100	1,5
COD	200	3,75
TSS	100	1,5
Minyak dan lemak	25	0,4
Amonia (NH ₃)	100	0,75
Ph	6,0 -9,0	
Debit limbah maksimum	15 m ³ per ton produk pupuk urea	

Sumber: peraturan menteri lingkungan hidup 2015

Pada peraturan pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, mengenai pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air kriteria mutu air berdasarkan kelas,

kandungan amonia yang diperbolehkan terkandung dalam air kelas I adalah sebesar (0,5 mg/L), kelas II, kelas III, dan kelas IV tidak diperbolehkan mengandung amonia sedikitpun. Sebagaimana diterangkan pada Peraturan Pemerintah ini Pasal 8 adalah pengelolaan kelas air I merupakan air yang diperuntukkan dapat digunakan sebagai bahan baku air minum atau diperuntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas II merupakan air yang digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air yang digunakan untuk mengairi tanaman. Kelas III adalah air yang diperuntukkan dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman dan untuk lainnya asalkan memenuhi syarat baku mutu. Kelas IV adalah air yang hanya bisa digunakan untuk mengairi tanaman.

Untuk melindungi lingkungan dari pencemaran limbah industri pupuk dengan kadar limbah amonia yang dihasilkan mencapai 250 ppm, Kementerian Negara Lingkungan Hidup mengeluarkan pembaharuan peraturan baku mutu lingkungan untuk limbah cair bagi kegiatan industri. (KEP-122/MENLH/2014).

Tabel II.3 Keputusan menteri negara lingkungan hidup tentang baku mutu lingkungan untuk limbah cair industri pupuk (KEP-122/MENLH/2014).

Parameter	Pupuk Urea	Pupuk Nitrogen Lain	Amonia
	Beban pencemaran Maksimum (kg/ton)	Beban pencemaran Maksimum (kg/ton)	Beban pencemaran Maksimum (kg/ton)
COD	3,0	3,0	0,30
TSS	1,5	3,0	0,25
Minyak dan Lemak	0,30	0,30	0,03
NH ₃ -N	0,75	1,5	0,30
TKN	1,5	2,25	-
Ph	6,0-10	6,0-10	6,0-10
Debit Air	15m ³ per ton produk	15m ³ per ton produk	15m ³ per ton produk
Limbah Maksimum			

Sumber: Peraturan menteri lingkungan hidup 2014

II.1.4 Dampak Gas Amonia Terhadap Kesehatan Manusia

Suatu studi yang dilakukan oleh Hederik *et al.*, (2020) menyatakan banyak terjadi kematian akibat menghirup udara amonia, kematian tersebut banyak terjadi karena paparan akut. Bukan hanya para pekerja di industri, para petani yang bekerja di peternakan hewan juga dapat merasakan gangguan pernapasan berupa bronchial, inflamasi, batuk-batuk, susah bernapas, sesak napas, dan berkurangnya fungsi paru-paru.

Pekerja dapat terpapar dengan amonia dengan cara terhirup gas ataupun uapnya, tertelan, ataupun kontak dengan kulit, pada umumnya yang terjadi adalah terganggunya fungsi pernapasan. Amonia dalam bentuk gas sangat ringan, lebih ringan dibandingkan dengan udara yang naik berupa uap. Gejala yang ditimbulkan akibat terpapar amoniak tergantung pada jalan paparannya, dosis, dan lama paparannya. (Hatubarat, 2017)

Menurut Wahyu Sekar Harjayanti *et al.*, (2018) menyatakan bahwa berikut bahaya amoniak terhadap kesehatan:

- 1) Berbahaya terhadap pernapasan, sangat merusak sel-sel dari lender membran dan saluran pernapasan atas. Gejala yang mungkin terjadi rasa terbakar, batuk, radang tenggorokan, sesak nafas, sakit kepala, mual, dan muntah-muntah.
- 2) Berbahaya jika tertelan dapat menyebabkan luka bakar di dalam mulut, tenggorokan, dan perut yang bisa menyebabkan kematian, serta dapat menyebabkan muntah dan diare.
- 3) Kontak dengan kulit dapat menyebabkan rasa sakit, kemerahan, iritasi parah atau luka bakar karena amonia merupakan larutan basa yang korosif.
- 4) Kontak dengan mata dapat menyebabkan penglihatan mata kabur, kemerahan, rasa sakit, jaringan luka bakar parah di mata, dan dapat merusak penglihatan.

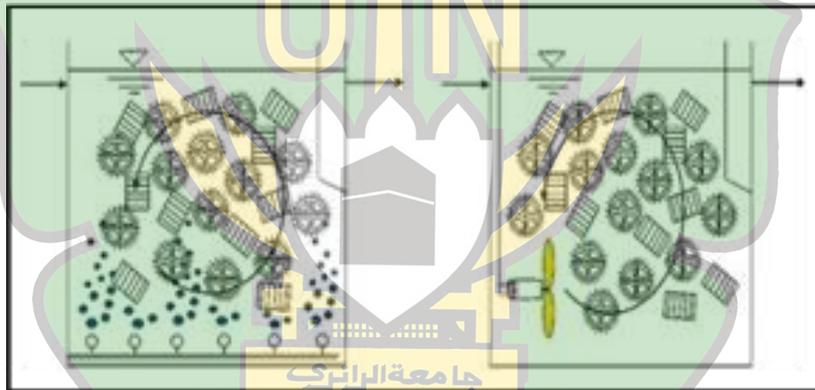
II.2 *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR)

II.2.1 Pengertian *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR)

Sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* adalah sebuah konsep yang sangat efektif dalam pengolahan limbah cair secara biologis, konsep ini pertama kali ditawarkan oleh pemerintah Norwegia pada tahun 1980 yang bertujuan mengurangi beban nitrogen dalam air laut. Sistem ini dikembangkan berdasarkan

konsep *biological treatment* yang diintegrasikan di dalam sistem lumpur aktif. *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) merupakan salah satu sistem pengolahan yang menggunakan media *Kaldness* untuk penyediaan hidup koloni mikroorganisme yang tumbuh menjadi *biofilm* (Said & Sya, 2019)

Ide pengembangan proses *Moving Bed Biofilm Reactor* adalah untuk mengadopsi proses yang terbaik dari *activated sludge* dan biofilter. Tidak seperti kebanyakan biofilm lainnya MBBR menggunakan seluruh volume biomassa untuk menumbuhkan mikroorganisme dan MBBR ini tidak memerlukan *recycle* lumpur pada umumnya. Hal ini dapat menumbuhkan biomassa pada media yang bergerak bebas didalam reaktor, dimana reaktor dilengkapi dengan sekat berlubang agar media tidak keluar melalui outlet. Karena tidak menggunakan resirkulasi lumpur maka hal ini lebih menguntungkan dibandingkan dengan menggunakan *activated sludge* dan biofilter (Kholif, 2019).



Gambar II.1 *Moving bed biofilm reactor* (Said & Sya, 2019)

Keutamaan dari MBBR adalah proses *attached growth* (mikroorganisme melekat pada media) sehingga kapasitas pengolahan sama dengan luas permukaan spesifik reaktor. Luas permukaan spesifik reaktor dihitung dengan membagi luas permukaan media yang ditumbuhi biofilm dan volume reaktor. Setiap media memiliki karakteristik luas permukaan yang berbeda-beda. Penambahan media akan sangat berpengaruh pada biakan mikroorganisme dan berpengaruh pada penguraian polutan dan perataan suplai oksigen sehingga kemampuan penyerapan oksigen lebih besar dan akan lebih optimal dalam penghilangan kadar polutan (Said & Sya, 2019).

II.3.1 Kelebihan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)

Menurut penelitian (Berliana *et al.*, 2020) mengenai pengolahan limbah domestik dengan anoksik-aerobik *moving bed biofilm reactor* menyatakan bahwa kelebihan dari proses *moving bed biofilm reactor* pada pengolahan adalah:

- 1) Unit media yang bersifat padat dan pada umumnya bersifat plastik dengan ukuran kecil
- 2) Kapasitas pengolahan meningkat dengan adanya *driving energy* dari dalam reaktor dan menggunakan efisiensi penggunaan *fine bubble*.
- 3) Penyisihan padatan dalam air cukup baik.
- 4) Karakteristik pengendapan dapat memperbaiki sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik (kualitas dan kuantitas) masing-masing jenis air limbah.
- 5) Operasi pada konsentrasi biomassa tersuspensi yang lebih besar menghasilkan waktu tinggal lumpur biomassa lebih tahan lama. Hal ini disebabkan oleh biomassa yang tumbuh pada media dapat saja memiliki ketebalan yang berbeda-beda di setiap media sesuai dengan kondisi fisik pengoperasian reaktor. Waktu tinggal lumpur biomassa yang lebih lama akan menyebabkan nutrisi mikroorganisme yang digunakan untuk resirkulasi lumpur akan semakin banyak dan mencukupi.
- 6) Tidak memerlukan pencucian ulang secara periodik.

II.3.2 Cara Kerja Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)

Menurut penelitian sebelumnya (Metcalf & Eddy, 2017) menyatakan bahwa *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) dioperasikan dengan sistem *batch* sehingga tahapan yang terjadi didalam reaktor meliputi tahapan pengisian, tahapan aerasi, dan tahapan pengendapan yang terjadi pada reaktor yang sama. Reaktor dengan sistem *batch* ini memiliki tahapan sebagai berikut:

1) *Fill* (pengisian)

Selama pengisian, volume dan air limbah ditambahkan ke dalam reaktor secara bersamaan. Tipikal proses pengisian mengikuti level air dengan banyak media sebesar 20% dari banyak air limbah.

2) *React* (pemberian reaksi)

Selama tahapan pemberian reaksi media akan bergerak secara terus-menerus dalam reaktor tanpa berhenti. Untuk melakukan penyisihan amonia yang dibantu dengan pertumbuhan mikroorganisme

3) *Settle* (pengendapan)

Padatan dibiarkan untuk berpisah dengan zat cairnya dalam kondisi yang tenang sehingga padatan yang berada dalam air limbah dapat dikeluarkan.

4) *Decant* (penuangan)

Efluen yang jernih akan dikeluarkan selama proses penuangan. Banyak mekanisme penuangan yang dapat dilakukan yaitu dengan cara pengapungan dan limpahan.

5) *Idle* (didiamkan)

Pada tahapan didiamkan digunakan sistem *multi tank* untuk menyediakan waktu untuk satu reaktor dalam menyelesaikan tugas dalam waktu yang telah ditentukan.

II.3.3 Biofilm

Biofilm adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan satu lingkungan kelompok mikroorganisme yang melekat pada suatu media yang padat dalam lingkungan perairan. Proses pengolahan dengan menggunakan biofilm biasanya disebut dengan proses biologis biakan melekat. Pengolahan limbah dengan menggunakan biofilm adalah proses pengolahan air limbah dengan bantuan aktivitas mikroorganisme yang dibiakkan pada suatu media yang akan melekat pada permukaan media dan membentuk biofilm. Lapisan biofilm yang terdiri dari konservatorium mikroorganisme yang terdiri dari bakteri, alga, jamur, protozoa, dan lumut itulah yang akan melakukan penguraian pada polutan yang berada di air limbah (Ani Rianiet al., 2022) R Y

II.3.4 Media *Kaldness*

Menurut Dhimas (2019) media *Kaldness* merupakan media yang digunakan pada metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) yang disediakan untuk hidup koloni mikroorganisme yang akan menjadi biofilm. Media *Kaldness* dapat menyediakan luas permukaan yang cukup besar untuk melekatnya bakteri dan perbandingan volume media yang sangat kecil dibandingkan dengan volume air reaktor. Hal ini akan menyebabkan pergerakan random/ turbulensi antar media yang terkena aerasi sehingga masing-masing media akan berada pada kondisi bergerak dan meningkatkan efektivitas penumbuhan mikroorganisme. Salah satu media yang sering digunakan yaitu *Kaldness I* (K1) yang dibuat dari bahan *high*

density polyethylen dengan berat jenis 0,9 g/ml dan berbentuk silinder kecil, menyilang dan menyerupai sirip diluarnya. Silinder memiliki panjang 7 mm dan diameter 10 mm. Media dapat menyediakan luas yang cukup besar untuk melekat bakteri (Farahdiba *et al.*, 2019).



Gambar II.2 Media biofilm *kaldness 1* (K1)

II.3 Spektrofotometri UV-Vis

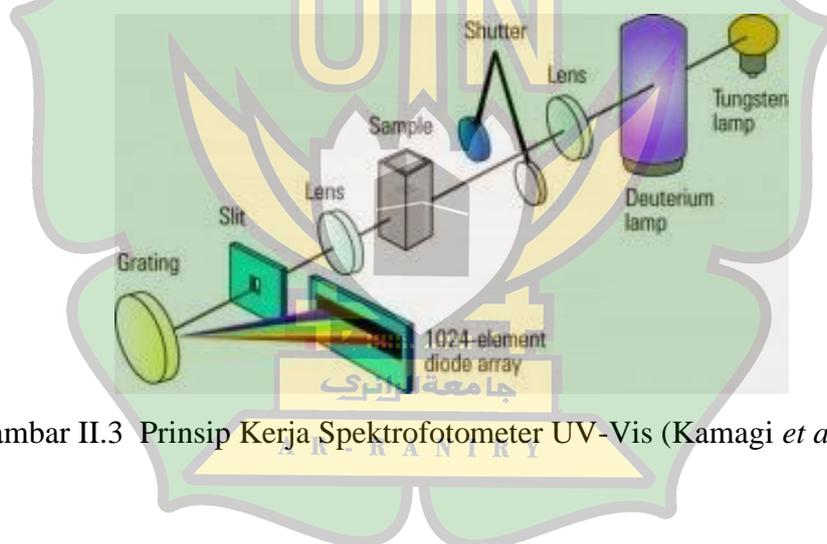
II.3.1 Definisi Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri Ultraviolet- Visible (UV-Vis) merupakan instrumen analisis yang termasuk dalam spektroskopi absorpsi. Apabila radiasi atau cahaya dilewatkan melalui larutan berwarna maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diserap secara selektif dan radiasi lainnya akan diteruskan (Kartika, 2019). Metode Spektrofotometri UV-Vis didasarkan atas absorban sinar tampak oleh suatu larutan berwarna. Pengukuran serapan dapat dilakukan pada daerah ultraviolet dengan panjang gelombang 190 nm-380 nm atau pada cahaya tampak dengan panjang gelombang 360 nm-780 nm (Mangkasa *et al.*, 2018).

II.3.2 Prinsip Kerja Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar suatu senyawa di dalam larutan salah satunya ialah amoniak pada limbah. Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis yaitu apabila cahaya makromatik melalui suatu media atau larutan maka sebagian cahaya tersebut diserap dan sebagian cahaya lagi akan dipantulkan dan sebagiannya lagi akan dipancarkan. Adapun yang melandasi pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer adalah hukum *Lambert-Beer* yaitu apabila suatu cahaya makromatis dilewatkan pada suatu media yang transparan, maka intensitas cahaya yang ditransmisikan sebanding dengan tebal dan kepekaan media larutan yang digunakan (Irawan, 2019).

Spektrofotometer mempunyai prinsip kerja yaitu cahaya yang dihasilkan dari lampu deuterium maupun wolfram yang bersifat polikromatis dilanjutkan melalui lensa menuju monokromator pada spektrometer dan filter cahaya polikromatis menjadi filter cahaya monokromatis (tunggal). Sampel yang mengandung suatu zat dalam konsentrasi berfungsi sebagai tempat untuk dilewati oleh berkas-berkas cahaya dengan panjang tertentu. Oleh karena itu, terdapat cahaya yang dapat diserap oleh detektor. Detektor kemudian akan berfungsi menghitung cahaya yang diterima dan akan memberitahukan cahaya yang akan diserap oleh sampel. Cahaya yang akan diserap sebanding dengan konsentrasi zat yang beradadi dalam sampel secara angka atau kuantitatif. Agar amoniak bisa terbaca pada spektrofotometer UV-Vis, terdapat beberapa syarat, yaitu gugus kromofor dan membentuk senyawa yang kompleks. Senyawa kompleks akan berwarna biru, yang kemudian diukur menggunakan spektrometer UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm. (Kamagi *et al.*, 2017)



Gambar II.3 Prinsip Kerja Spektrofotometer UV-Vis (Kamagi *et al.*, 2017)

BAB III METODE PENELITIAN

III.1. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) merupakan salah satu metode dengan menggunakan sistem pengolahan yang menggunakan media *Kaldness* untuk penyediaan hidup koloni mikroorganisme yang tumbuh menjadi biofilm. Tidak seperti kebanyakan biofilm lainnya MBBR menggunakan seluruh volume biomassa untuk menumbuhkan mikroorganisme dan MBBR ini tidak memerlukan *recycle* lumpur pada umumnya. Pada Metode ini juga melakukan penambahan aerator untuk penyuplaian oksigen yang bermanfaat untuk pertumbuhan koloni supaya bagus dan efektif. (Said & Sya, 2019).

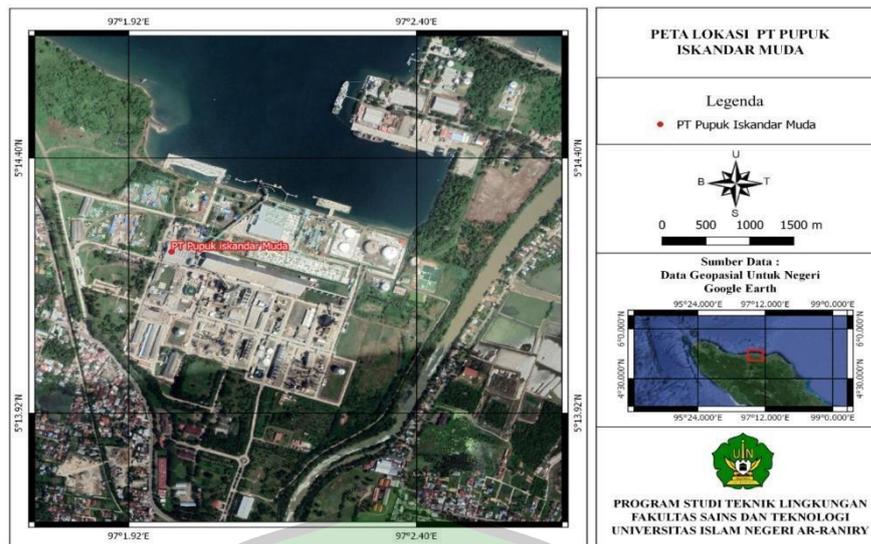
III.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

III.2.1. Waktu penelitian

Penelitian ini telah berlangsung selama 4 bulan sejak 18 Agustus 2022 sampai dengan 12 Oktober 2022 mulai dari persiapan hingga selesai penelitian.

III.2.2. Lokasi pengambilan Sampel

Adapun lokasi pengambilan sampel limbah amonia adalah dari salah satu industri pupuk urea yaitu PT. Pupuk Iskandar Muda yang terletak di Jl. Medan-Banda Aceh Keude Krueng Geukueh, Kec. Dewantara, Kabupaten Aceh Utara. PT. Pupuk Iskandar Muda sendiri merupakan industri yang bergerak dalam perdagangan dan jasa di bidang perpupukan, petrokimia, dan kimia lainnya. Titik koordinat lokasi pengambilan sampel adalah 92°2.40'E dan 5°13.92'N, peta lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar III.1.



Gambar III.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

III.2.3. Lokasi Laboratorium

Lokasi pengujian sampel pH, TSS, dan COD limbah cair amonia dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, Sedangkan pengujian sampel Amonia (NH^3) dilakukan di Laboratorium Pendidikan Kimia Uin Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh. Pengujian Amonia (NH^3) tidak dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan dikarenakan alat spektrofotometer Uv-Vis sedang dalam keadaan bermasalah (rusak).

III.3. Alat dan Bahan Penelitian

III.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari alat pembuatan reaktor yang menggunakan pipa PVC yaitu gergaji atau alat pemotong pipa dan meteran (alat ukur panjang), Sedangkan pada proses *seeding* alat yang digunakan adalah bak pengendapan dan aerator aquarium untuk penguplai oksigen. Untuk pengecekan amonia instrumen alat yang akan digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis, labu ukur, erlenmeyer, neraca analitik, beaker gelas, pipet ukur, pipet tetes dan beaker gelas. Untuk pengecekan pH akan digunakan Ph meter, pengecekan TSS akan menggunakan serangkaian alat pengecekan TSS, dan untuk pengecekan COD digunakan alat Instrumen Pengecekan COD.

III.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel (limbah yang mengandung amoniak (NH_3) dari pabrik pupuk urea), Aquades, Amonium Klorida (NH_4Cl), Natrium Nitroprusida, Fenol, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2SO_4 , pipa PVC dengan ukuran diameter 10,46 cm (4 inch), kran, lem pipa dan media *Kaldness I* (K1) sebagai media yang digunakan untuk penumbuhan mikroorganisme.

III.4. Sumber dan Jenis Data

Data primer digunakan pada penelitian ini adalah hasil pengujian sampel pada lokasi pengambilan sampel. Data sekunder diperoleh dari studi penelitian maupun laporan serta dokumentasi terdahulu seperti jurnal, google earth, buku dan artikel ilmiah yang terkait.

III.5. Pemeriksaan Karakteristik Limbah

Pada penelitian ini akan dilakukan pengecekan parameter antara lain pH, *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand*(COD), dan Amonia (NH_3).

1. Pemeriksaan Parameter derajat keasaman (pH)

Dalam pengukuran pH limbah amonia dilakukan dengan menggunakan kertas pH atau pH meter dengan cara mencelupkan pada limbah amonia dan didamkan sehingga keluar angka pada monitor pH meter.

2. Pemeriksaan parameter TSS

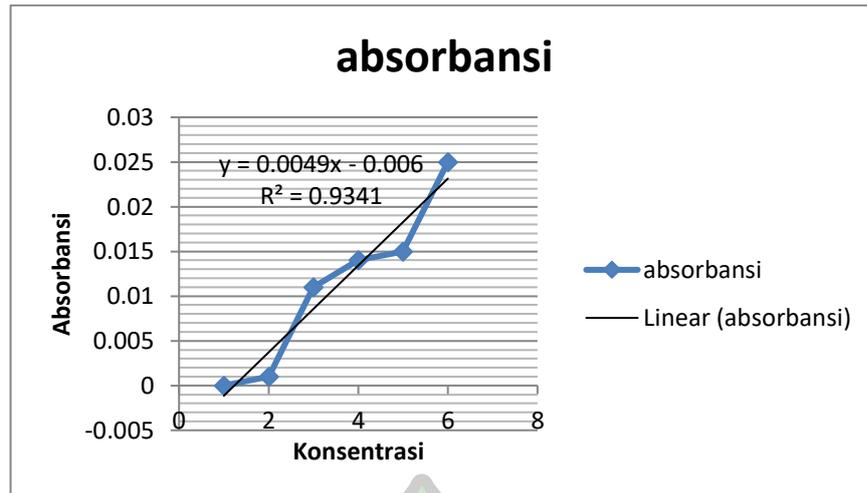
TSS (*Total Suspended Solid*) ditentukan dengan metode gravimetri yang dicantumkan dalam SNI-06-6989.3 Tahun 2019 yaitu dengan cara diaduk contoh uji sampai homogen dan diambil sebanyak 100 mL aquadest disaring dengan kertas *Whatman* nomor 42 kemudian kertas saring tersebut dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang berat awalnya. Disaring air limbah amonia sebanyak 100 mL dengan menggunakan kertas saring yang sudah diketahui beratnya kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam dan selanjutnya didinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit lalu ditimbang sampai berat akhir konstan.

3. Pengukuran parameter COD

Dalam pengukuran COD menggunakan metode titrimetri yang dicantumkan dalam SNI-6989.73 Tahun 2019 tentang cara uji kebutuhan oksigen kimia (KOK/COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri. Pada pengujian dengan menggunakan metode ini pada kisaran 40 mg/L sampai dengan 400 mg/L. Bahan yang digunakan pada pengujian COD adalah larutan $K_2Cr_2O_7$ dan larutan H_2SO_4 beserta sampel limbah. Disiapkan tabung reaksi dan diisi dengan 3,5 mL sampel uji setiap tabung reaksi, 1,5 mL larutan $K_2Cr_2O_7$ dan juga 2,5 mL larutan H_2SO_4 setiap tabung reaksi dan ditutup dengan rapat. Diletakkan tabung pada pemanas dengan $105^\circ C$ selama 2 jam. Setelah 2 jam dipanaskan lalu didinginkan sampai suhu ruang dan dihitung pada instrumen pengukur COD atau COD meter hingga keluar angka di layar monitor instrumen

4. Pemeriksaan parameter Amonia (NH_3)

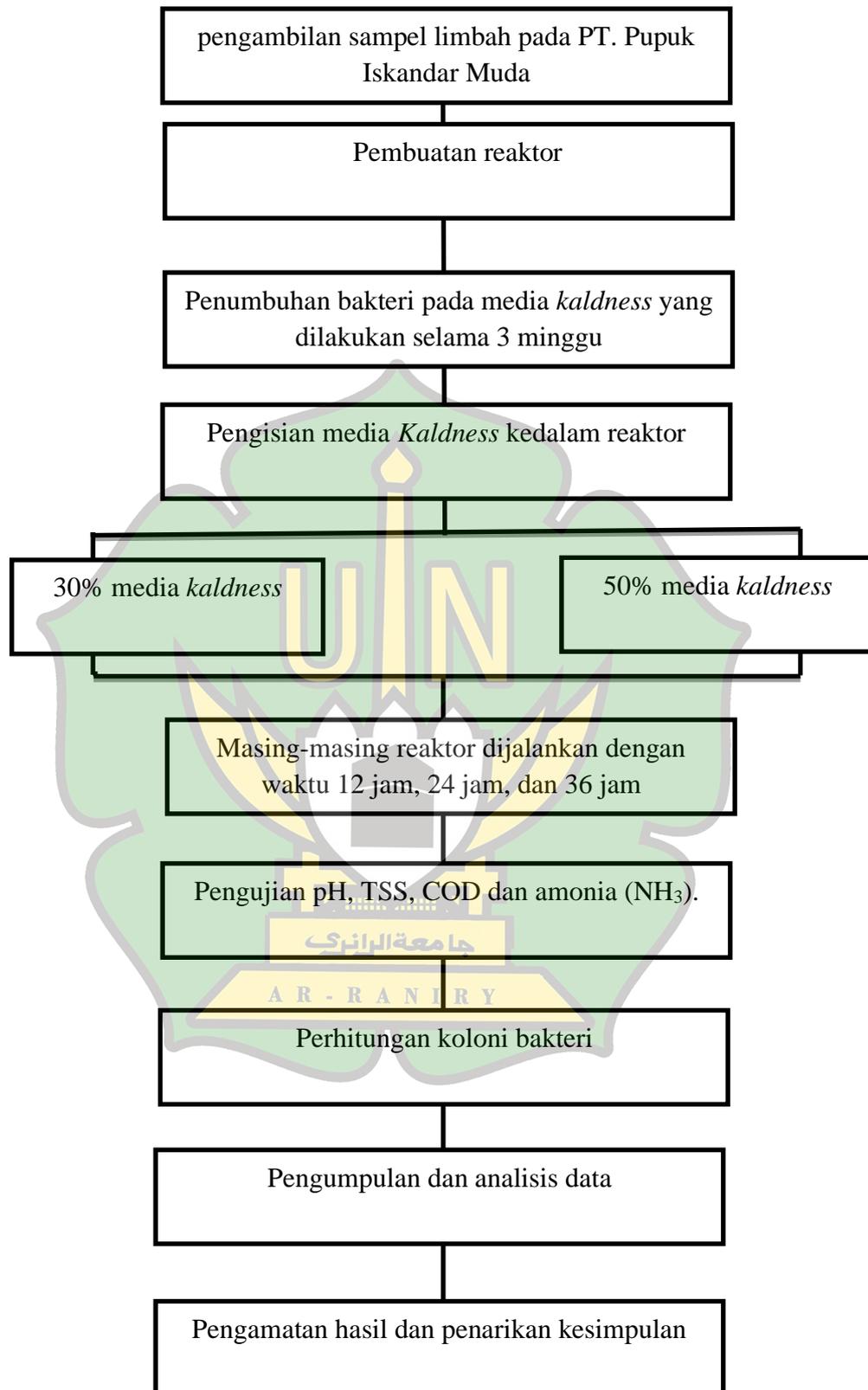
Pemeriksaan parameter amonia (NH_3) dengan menggunakan metode fenat yang dicantumkan dalam SNI-06-6989-1.30 Tahun 2005 tentang cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat. Bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah larutan fenol, larutan Natrium Nitroprusida, dan larutan baku Amonium Klorida (NH_4Cl) dengan konsentrasi 10 mg/L, larutan baku ini akan digunakan sebagai larutan standar untuk pengujian linear. Pada tahapan pertama akan dibuatkan larutan standar dari larutan baku dalam erlenmeyer 50 mL dengan konsentrasi 5 mg/L, 4 mg/L, 3 mg/L, 2 mg/L dan 1 mg/L. Setiap larutan standar akan dipreparasi dengan cara menambah kan larutan fenat dan larut natrium nitroprusida 1 mL pada setiap erlenmeyer nya. Dan diamkan selama 1 jam. Dan dibacakan nilai absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer. Setelah larutan standar dilakukan preparasi maka nilai absorbansi yang keluar dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar III.2 Linieritas absorbansi larutan standar amonia (NH_3)

Setelah dilakukan pembacaan nilai absorbansi dengan spektrofotometer maka dimasukkan dalam grafik sehingga keluar rumus linear $Y=0,0049 x-0,006$ dapat dilihat pada gambar III.2 diatas. Tahapan selanjutnya dilakukan preparasi sampel pada erlenmeyer 50 mL dengan menambahkan sampel uji sebanyak 25 mL kedalam erlenmeyer. Begitu juga dengan larutan fenol dan larutan nitroprusida yang akan ditambahkan sebanyak 1 mL pada setiap sampel. Didiamkan selama 1 jam dan dibacakan nilai absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer.

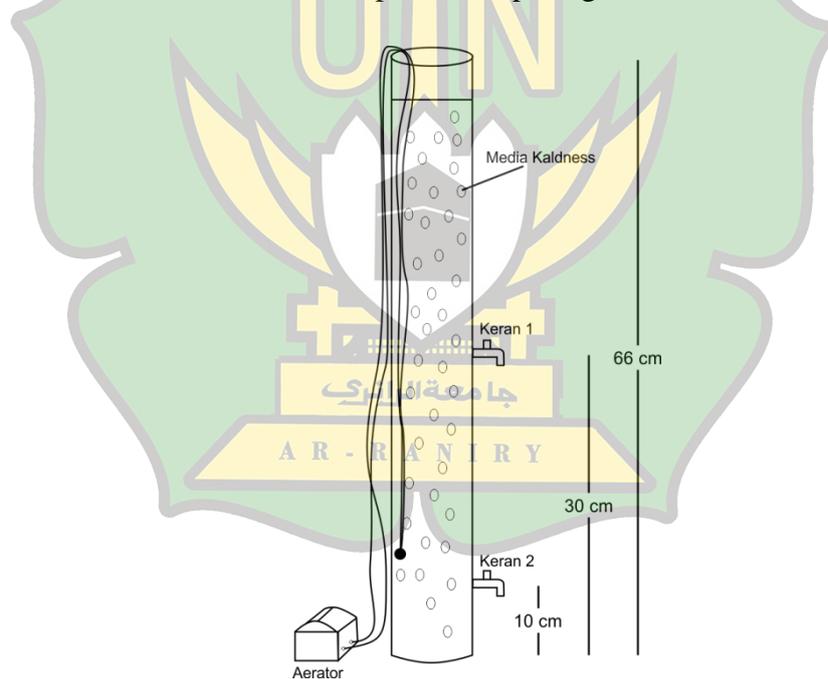
III.6. Alur Penelitian



Gambar III.3 Alur Penelitian

III.7. Desain Instrument Reaktor

Penelitian ini dilakukan dalam skala kecil. Reaktor *Moving Bed Biofilm* terbuat dari pipa PVC berdiameter 10,16 cm (4 inchi) dengan tinggi 66 cm. Volume pengolahan pada reaktor MBBR ini 3 Liter. Media yang digunakan adalah media *Kaldness 1* (K1) yang dibuat dari bahan *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan berat jenis 0,9 g/ml. Reaktor akan mempunyai dengan 2 kran yang berfungsi sebagai pengambil sampel limbah dan pengurasan. Kran yang pertama berada 10 cm dari bawah dasar pipa, dan kran kedua berada 30 cm dari dasar bawah pipa. Reaktor dilengkapi dengan aerator sebagai pompa untuk memberikan suplai oksigen dan menjaga media agar selalu bergerak didalam reaktor. Setiap reaktor akan diisi dengan media yang berbeda sebesar 30%, dan 50%. Desain reaktor *Moving Bed Biofilm* merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh (Wida *et al.*, 2018) tetapi dalam skala volume yang berbeda. Hal ini secara jelas diuraikan dalam sketsa dan dapat dilihat pada gambar III.4 berikut ini:



Gambar III.4 Kriteria Desain Reaktor

III.8. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan sebelum dimulainya penelitian. Hal-hal penting yang akan digunakan dan mempengaruhi penelitian harus mendapatkan perhatian pada tahapan persiapan. Tahapan persiapan bertujuan untuk memaksimalkan proses dan tahapan dalam penelitian

ini sehingga penelitian akan semakin efektif dan efisien. Beberapa kegiatan persiapan yang dilakukan pada penelitian antara lain:

- a. Perumusan latar belakang dan identifikasi masalah.
- b. Observasi awal dengan peninjauan langsung pada lokasi penelitian dan lokasi pengambilan sampel.
- c. Tata cara dan kelengkapan administrasi izin penelitian.

III.9. Tahap Pelaksanaan

III.9.1 Tahap Pengambilan Air Limbah

Sampel air limbah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari salah satu limbah industri pupuk urea di Kabupaten Aceh Utara. Sudah terdapat IPAL yang beroperasi di industri tersebut maka pengambilan sampel dilakukan di bak terakhir pada IPAL pengolahan industri tersebut. Cara pengambilan sampel dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah dirgen, tisu, sarung tangan, masker, kertas label nama, dan gayung.
2. Prosedur pengambilan contoh sampel untuk pengujian kualitas air adalah sebagai berikut: disiapkan alat pengambil sampel sesuai dengan jenis air yang akan diuji, lalu dibilas alat pengambilan sampel dengan sampel sebanyak tiga kali, kemudian dilakukan pengambilan sampel dengan menggunakan gayung, lalu dimasukkan sampel ke dalam dirgen. Selanjutnya sampel diberi label nama dan dicantumkan nomor sampel.

III.9.2 Proses Pembiakan Mikroorganisme (*Seeding*)

Sebelum dilakukan pengolahan limbah dengan menggunakan metode MBBR pada air limbah, terlebih dahulu dilakukan pembiakan mikroorganisme (*seeding*) pada media *Kaldness1* untuk masing-masing reaktor yang akan diisi dengan jumlah media sebesar 30% dan 50% dari total volume reaktor. Proses *seeding* bakteri merupakan proses pengembangbiakan mikroba dengan melakukan penambahan atau pemberian nutrisi berupa glukosa ($C_6H_{12}O_6$). *Seeding* mikroorganisme pada penelitian ini dilakukan secara alami yaitu dengan cara menampung air limbah ke dalam bak penumbuhan bakteri yang telah diisi dengan media *kaldness K1* hingga berbentuk biofilm pada media selama 21 hari hingga dilapisi biofilm. Proses *seeding* ini berlangsung dengan pemberian oksigen secara

terus menerus dengan pengaplikasian aerator agar proses oksidasi biologi oleh mikroba berjalan dengan baik (Tetty Afriani *et al.*, 2017).



Gambar III.5 Proses seeding bakteri



Gambar III.6 Hasil seeding bakteri di media *kaldness* K1 selama 4 minggu

III.9.3 Proses Pengaplikasian Reaktor

Setelah pembiakan mikroorganisme pada media dilakukan, maka media akan di diisi ke dalam reaktor sebanyak 30% dan 50% dari volume limbah amonia. Pengoperasian reaktor ini akan diaplikasikan aerator untuk pemberian oksigen secara terus menerus agar proses pembiakan mikroba berjalan dengan efektif dan efisien. Kemudian reaktor akan diberi waktu tinggal selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Dan akan dilakukan pengujian pH, TSS, COD dan amonia (NH_3) (Wida *et al.*, 2018).

Tabel III.1 Kriteria Berat Media Dalam Reaktor

No	Reaktor	% Media Kaldness Dari Volume Limbah	Volume Media Dalam Reaktor (ml)	Massa Media Dalam Reaktor (gram)
1	Reaktor kontrol	0%	0	0
2	Reaktor 1	30%	900	855
3	Reaktor 2	50%	1.500	1350



Gambar III.7 Reaktor kontrol, Reaktor 1 dan Reaktor 2

III.9.4 Tahap Perhitungan Koloni

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Lizayana *et al.*, 2017) menyatakan bahwa perhitungan koloni bakteri dilakukan dengan mengamati semua koloni yang tumbuh pada permukaan media agar yang digunakan pada penelitian. Sebelum menghitung koloni bakteri harus disiapkan media berupa natrium agar (NA) sebagai media perhitungan bakteri. Metode yang digunakan adalah *Total Colony Count* (TPC) dengan cara melakukan pengenceran 1:10 sampai dengan kelipatan 10^{-5} atau 10^{-6} pada tabung reaksi. Kemudian diambil 1 mL dari setiap tabung reaksi yang telah dihomogenkan lalu diinokulasi dalam cawan petri steril menggunakan metode sebar yang berisi natrium agar yang telah disediakan sebelumnya. Cawan petri diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 28°C selama 18-24 jam. Kemudian diamati dan dihitung koloni bakteri yang tumbuh di lempeng NA dengan menggunakan alat *Colony Center*.

III.9.5 Tahap Analisis Data

Tahap analisis data dan pengolahan dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapatkan dari proses pengujian parameter pH, TSS, COD, dan Amonia pada limbah pupuk urea sebelum pengolahan dan berdasarkan hasil sampling limbah pupuk urea yang telah dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode MBBR. Hasil dari pengolahan limbah akan dilakukan dengan menggunakan uji laboratorium. Data yang akan diolah antara lain adalah data pH, TSS, COD, dan Amonia dan jumlah koloni bakteri pada setiap variasi pengolahan dengan menggunakan metode masing-masing. PH dan COD akan langsung keluar nilai pada saat pengujian.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dwi & Syamsudin (2017) Spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi zat terlarut dalam larutan tertentu dengan menghitung jumlah cahaya yang diserap oleh zat tersebut. Adapun cara kerja dari spektrofotometer yaitu dengan menentukan dan mengatur gelombang cahaya yang akan digunakan untuk menganalisis sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan mencatat semua nilai absorbansi yang keluar pada setiap pengujian. Kemudian membuat grafik dengan perbandingan antara konsentrasi dan absorbansi yang linear dengan persamaan

$$Y = b(x) + a$$

Y = hitungan absorbansi larutan

b = kemiringan (slope)

a = intersep

x = konsentrasi

Untuk perhitungan koloni bakteri akan digunakan rumus pada penelitian yang dilakukan oleh (Lizayana *et al.*, 2017) dengan menggunakan *colony counter* Jumlah bakteri yang tumbuh selanjutnya dikalkulasikan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{CFU}{mL} = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{Tingkat pengenceran}}$$

Hasil semua pengujian setiap parameter akan digunakan dengan menggunakan rumus efektivitas limbah cair dan dibandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan efektivitas diperoleh dengan persamaan:

$$Efektivitas = \frac{Kadar\ awal - Kadar\ akhir}{Kadar\ akhir} \times 100$$

III.9.6 Tahap Pelaporan

Tahap pelaporan merupakan tahapan penyusunan laporan akhir yang disusun berdasarkan seluruh hasil data yang didapatkan selama penelitian berlangsung, pelaporan sendiri disusun sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh pihak program studi Teknik Lingkungan, pelaporan sendiri perlu dibuat agar penulis dapat mempresentasikan penelitiannya kepada para pembaca.



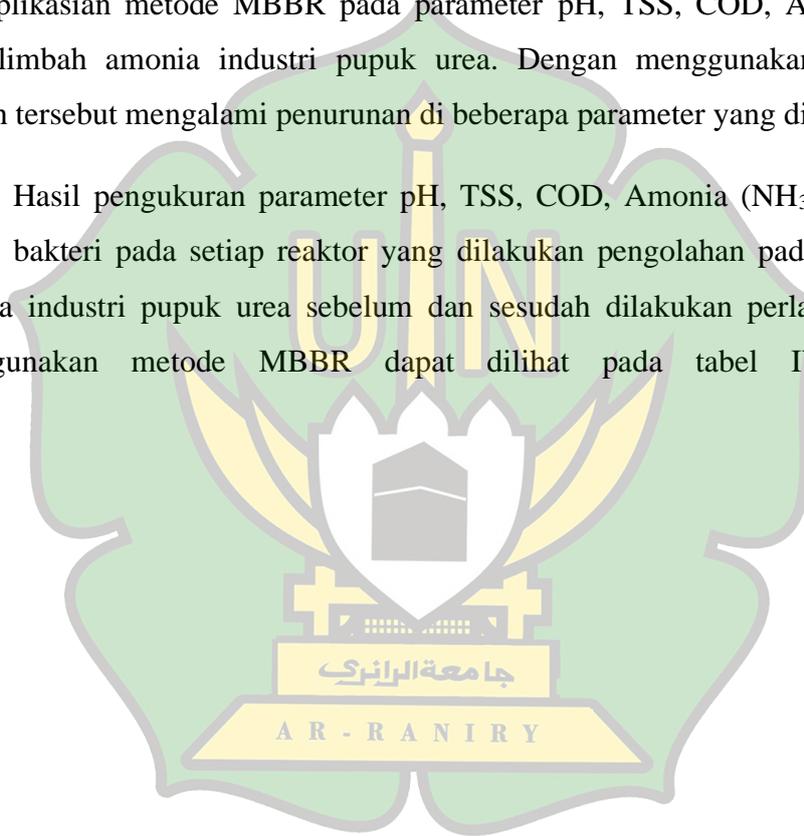
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV. 1 Hasil Penelitian

IV.1.1 Hasil Pengujian Parameter pH, TSS, COD dan Amonia (NH₃) dengan Menggunakan Metode MBBR

Metode MBBR merupakan metode yang biasanya digunakan untuk mengurangi polutan pada setiap limbah yang memanfaatkan mikroba dalam pengolahannya. Dari penelitian ini diperoleh hasil yang baik mengenai pengaplikasian metode MBBR pada parameter pH, TSS, COD, Amonia (NH₃) pada limbah amonia industri pupuk urea. Dengan menggunakan metode ini limbah tersebut mengalami penurunan di beberapa parameter yang diukur.

Hasil pengukuran parameter pH, TSS, COD, Amonia (NH₃) dan jumlah koloni bakteri pada setiap reaktor yang dilakukan pengolahan pada limbah cair amonia industri pupuk urea sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan dengan menggunakan metode MBBR dapat dilihat pada tabel IV.1 berikut:

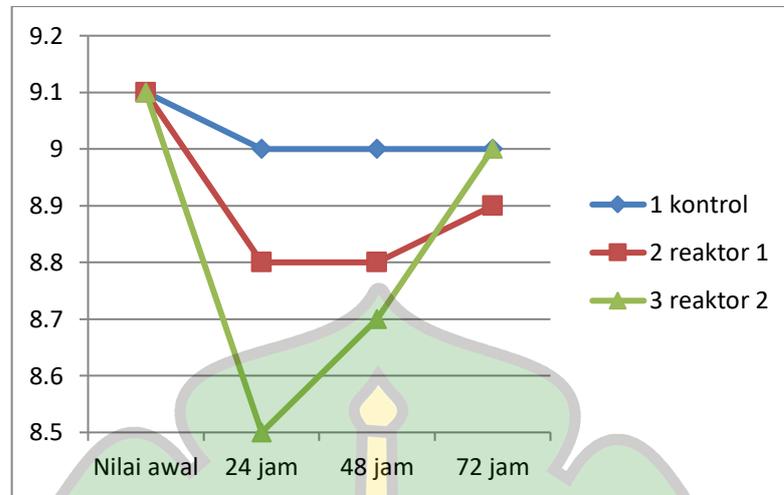


Tabel IV.1 Tabel hasil pengujian parameter pH, TSS, COD, Amonia (NH₃) pada limbah cair amonia industri pupuk urea

No	Parameter	Nilai Awal	24 Jam			48 Jam			72 Jam			Baku Mutu
			R-K	R-1	R-2	R-K	R-1	R-2	R-K	R-1	R-2	
1	pH	9,1	9,0	8,8	8,5	9,0	8,8	8,7	9,0	8,9	9,0	6-9
2	TSS (mg/L)	16	247	247	321	257	320	392	442	462	474	100
3	COD (mg/L)	243	68	77	72	9	65	52	5	15	14	200
4	Amonia (mg/L)	112,04	105,51	100,81	89,38	105,10	96,53	88,16	103,67	91,42	86,53	100
5	Total Koloni (CFU/mL)	0	$2,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^7$	$1,5 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	11×10^6	8×10^6	$1,06 \times 10^7$	-

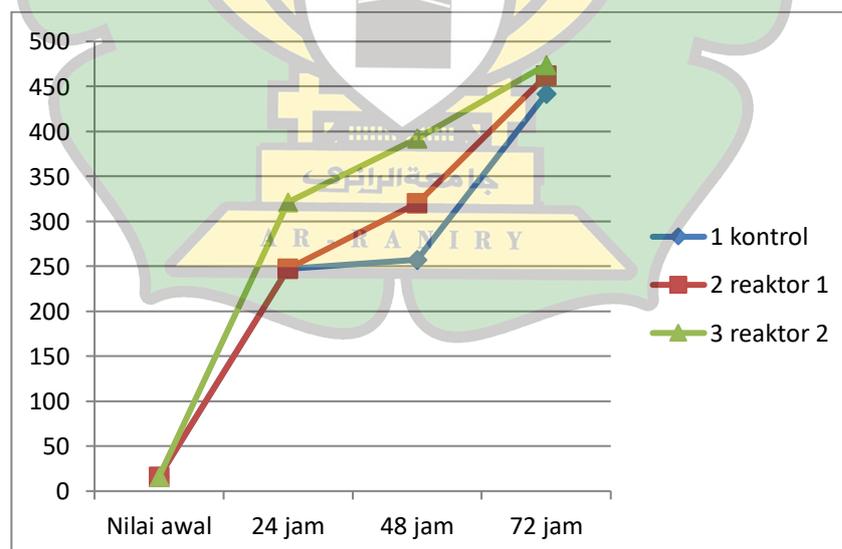
Keterangan: R-k = Reaktor, Kontrol R-1= Reaktor 1, dan R-2= Reaktor

Berdasarkan hasil pengamatan parameter pH limbah amonia industri pupuk urea yang telah diolah dengan menggunakan metode MBBR mengalami penurunan yang dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



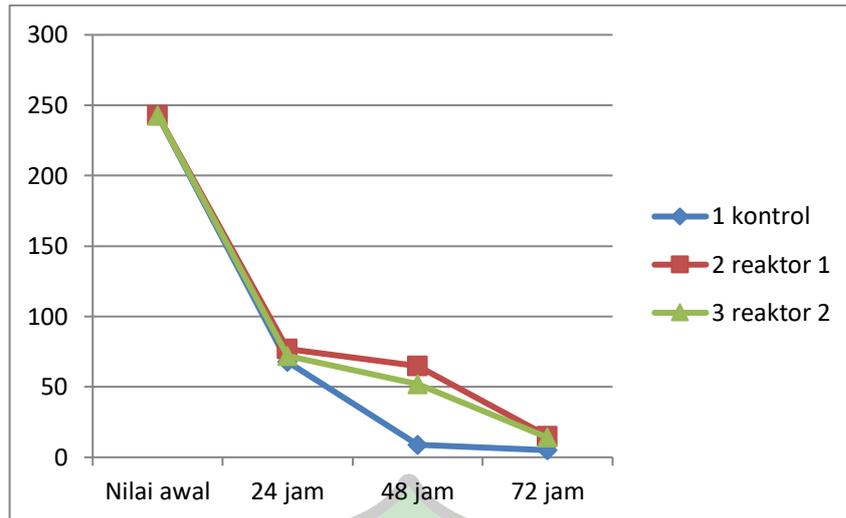
Gambar IV.1 Grafik hasil uji parameter pH setelah perlakuan

Berbeda dengan grafik penurunan pada parameter pH, parameter TSS pada limbah amonia industri pupuk urea mengalami kenaikan. Dapat dilihat pada tabel IV.1 dan pada grafik berikut ini:



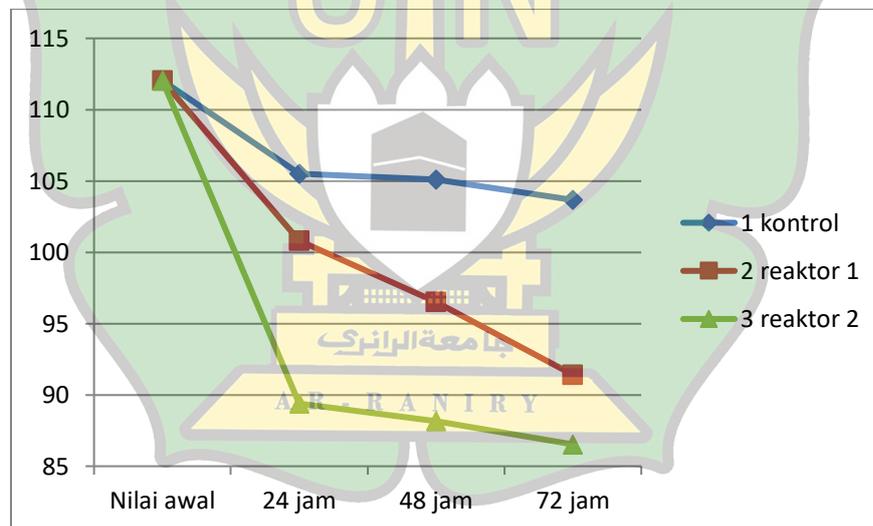
Gambar IV.2 Grafik hasil uji parameter TSS setelah perlakuan

Sedangkan nilai parameter COD hasilnya sama dengan grafik penurunan pH. Dimana parameter COD pada limbah amonia industri pupuk urea mengalami penurunan dapat dilihat pada tabel IV.1 dan pada gambar berikut:



Gambar IV.3 Grafik hasil uji parameter COD setelah perlakuan

Begitu juga dengan parameter amonia (NH_3) pada limbah amonia industri pupuk ureajuga mengalami penurunan. Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel IV.1 dan dapat dilihat pada gambar grafik berikut:



Gambar IV.4 Grafik hasil uji parameter amonia (NH_3) setelah perlakuan

Data perhitungan total koloni sampel limbah amonia industri pupuk urea setelah perlakuan dengan menggunakan metode MBBR dapat dilihat pada Tabel IV.2 berikut ini:

Tabel IV.2 Data perhitungan koloni bakteri setelah perlakuan

No	Reaktor	Pertumbuhan Koloni		
		24 jam	48 jam	72 jam
1	R-K	 $2,4 \times 10^7$	 $1,8 \times 10^7$	 $1,3 \times 10^7$
2	R-1	 $2,4 \times 10^7$	 $1,7 \times 10^7$	 8×10^6
3	R-2	 $1,3 \times 10^7$	 $1,8 \times 10^7$	 7×10^6

IV. 2 Pembahasan

IV.2.1 Pengujian Parameter pH Dengan Menggunakan Metode MBBR

Pada dilakukan pengujian dengan beberapa parameter yaitu pH, TSS, COD dan Amonia (NH_3). Pengujian pertama dilakukan pada parameter pH. pH suatu larutan berkisar pada skala 0 sampai dengan 14 pengujian pH pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pH meter yang berada di Laboratorium Teknik Lingkungan. Pada pengujian awal mengenai parameter pH memiliki nilai diatas ambang batas baku mutu yaitu 9,1. Seiring dengan pengolahan nilai pH mengalami penurunan tetapi tidak secara signifikan dapat dilihat pada Gambar IV.1. Pada setiap reaktor pH menurun hingga nilainya

berkisar antara 8 sampai dengan 9 yang berada pada Tabel IV.1 artinya berada pada nilai dibawah ambang batas yang telah ditentukan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 30 Tahun 2015 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Pupuk Urea. Variasi media dan variasi waktu kontak tidak mempengaruhi nilai pH pada penelitian ini. Dikarenakan pada setia variasi reaktor diberikan aerasi atau aerator. Fungsi dari aerator adalah mensuplai oksigen untuk metabolisme mikroorganisme. Penurunan parameter pH mengalami penurunan diduga karena bakteri yang memiliki sifat mentralkan suatu larutan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Firdausya *et al.*, (2017) tentang Pengaruh Parameter COD dan pH Pada Pengolahan *Grey Water* Terhadap Pertumbuhan Mikroba menyatakan bahwa pH yang paling efektif untuk metabolisme biofilm dan mikroba adalah pada pH netral atau berkisar antara 6-8 dan pada pengolahan ini menunjukkan bahwa mikroba dapat menurunkan pH pada 9 menjadi 6,5. Begitu juga pada *grey water* dengan pH 5 menjadi skala 7. Dengan begitu menandakan bahwasanya mikroba dapat menetralkan pH pada suatu larutan limbah.

Menurut Gading *et al.*,(2019) pH pada suatu pengolahan limbah dapat mengalami penurunan disebabkan oleh pemberian aerator atau aerasi pada suatu reaktor pengolahan sehingga dapat mengakibatkan bertambahnya oksigen terlarut pada limbah pengolahan tersebut. pH juga dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri dikarenakan pH yang terlalu tinggi akan menghambat aktivitas bakteri dan pH yang terlalu rendah atau bersifat asam dapat mengakibatkan pertumbuhan jamur dan akan terjadi persaingan antara bakteri dan jamur dalam metabolisme materi organik.

Mikroorganisme cenderung memerlukan suasana netral untuk melakukan akumulasi pada kontaminan limbah yang akan diolah. Hal ini terjadi karena selama proses aerasi terjadi kadar CO₂ pada limbah dihilangkan atau dilepas ke lingkungan, terjadi penurunan pH juga karena adanya kemampuan bakteri dalam merespon suatu larutan basa atau asam menjadi larutan netral karena bakteri mempunyai kemampuan homeostatis terhadap keadaan pH lingkungan asalkan berada pada skala pH yang masih dapat di toleransinya. (Anggrainy, 2018).

IV.2.2 Pembahasan Pengujian Parameter TSS Dengan Menggunakan Metode MBBR

Parameter TSS pada pengolahan ini dilakukan pengujian dengan menggunakan metode yang dicantumkan dalam SNI-6-6889.03 Tahun 2019. Pada pengujian awal parameter TSS memiliki nilai 16 mg/L dan konsentrasi ini berada di bawah ambang batas baku mutu, namun setelah pengolahan nilai TSS meningkat pada setiap reaktor dan pada setiap variasi waktu kontak. Konsentrasi nilai TSS setelah pengolahan yaitu berada pada kisaran skala >200 dapat dilihat pada Tabel IV.1. Konsentrasi TSS setelah pengolahan melebihi batas ambang batas baku mutu yang ditetapkan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.30 Tahun 2015 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Pupuk Urea. Variasi media dalam reaktor dan variasi waktu kontak sangat mempengaruhi konsentrasi TSS.

Dapat dilihat pada Gambar IV.2. konsentrasi TSS semakin tinggi sesuai dengan variasi reaktor dan variasi waktu kontak. Semakin banyak media dan biofilm yang berada dalam reaktor maka semakin tinggi pula konsentrasi TSS pada limbah, begitu juga dengan waktu kontak yang diberikan, semakin lama waktu kontak maka semakin meningkat pula konsentrasi TSS pada limbah pengolahan. Hal ini diduga karena semakin banyak biofilm yang terlepas dari media menjadi padatan tersuspensi yang tidak dapat melewati kertas saring pada saat pengujian TSS. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nugroho *et al.*, (2018) tentang Penurunan Kadar TSS dan COD Dengan Teknologi Biofilm Media Filter Plastik menyatakan bahwa nilai TSS sebelum dilakukan pengolahan pada konsentrasi 59 mg/L sedangkan pada saat dilakukan pengolahan dengan variasi waktu selama 5 jam, 10 jam, dan 15 jam konsentrasi TSS semakin meningkat hingga berada pada skala >75 mg/L. Hal ini menunjukkan variasi waktu memang mempengaruhi kenaikan konsentrasi pada parameter TSS.

Kenaikan TSS pada pengolahan ini dapat terjadi karena kegiatan metabolisme dari mikroorganisme yang akan menjadi padatan tersuspensi yang tidak dapat terlarut dalam air dan dapat mengakibatkan kekeruhan pada air tersebut. Kenaikan dan penurunan kadar TSS pada suatu larutan limbah cair disebabkan oleh kemampuan mikroorganisme pendegradasi. Sebagian

mikroorganisme dapat memecahkan molekul kompleks bahan pencemar organik menjadi molekul yang lebih sederhana. Senyawa dari hasil hidrolisis ini digunakan untuk metabolisme mikroorganisme sehingga dihasilkan CO₂, H₂O, energi dan sisa metabolisme berupa lumpur yang mudah mengendap, sehingga dengan mekanisme tersebut bahan pencemar organik yang terdapat pada air limbah menjadi padatan tersuspensi yang semakin lama semakin berkurang. (Anggrian, 2017).

IV.2.3 Pembahasan Pengujian Parameter COD Dengan Menggunakan Metode MBBR

Pengukuran parameter COD pada penelitian ini dengan menggunakan metode titrimetri dalam SNI-6989.73 Tahun 2019. Pada pengujian limbah awal sebelum dilakukan pengolahan konsentrasi COD adalah 243 mg/L dan berada di atas ambang batas baku mutu namun setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode MBBR konsentrasi COD mengalami penurunan berkisaran <100 mg/L dapat dilihat pada Tabel IV.1. Semakin lama waktu kontak yang diberikan maka semakin menurunnya kadar TSS pada penelitian ini. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.3 grafik hasil uji parameter COD setelah perlakuan. Setelah dilakukannya perlakuan konsentrasi COD berada di bawah ambang batas baku mutu yang sudah ditetapkan di Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.30 Tahun 2015 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Pupuk Urea. Berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat adanya pengaruh lamanya waktu kontak pada semua reaktor dalam penyisihan konsentrasi COD. Semakin lama waktu kontak yang diberikan pada reaktor maka semakin menurunnya kadar polutan COD pada limbah. Hal ini diduga terjadi dikarenakan meningkatnya jumlah mikroorganisme, dengan meningkatnya jumlah mikroorganisme dapat menurunkan konsentrasi bahan organik pada limbah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Farahdibaet *al.*, (2019) nilai COD pada pengolahan ini dapat berkurang sebanyak 97.73% dari debit awal berkisar >450 mg/L dan dapat diturunkan sehingga menjadi 15 mg/L dengan variasi waktu kontak 600 menit. Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai MBBR karakteristik COD dalam suatu proses pengolahan bahwa meningkatnya jumlah mikroorganisme akan meningkatkan nilai COD. Hal ini

disebabkan oleh sel mikroorganisme yang tumbuh di media semakin banyak. Semakin banyak sel yang tumbuh akan menyebabkan semakin banyak sel yang lepas dari reaktor. Jika semakin banyak mikroorganisme maka semakin banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba dalam mendegradasi COD (Berliana *et al.*, 2020)

Menurut Sudarman *et al.*, (2020) proses degradasi polutan pada air limbah dengan menggunakan pertumbuhan mikroorganisme memerlukan waktu tinggal sebagai kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan lingkungan dalam tempat pengolahan limbah tersebut. Selain itu hal yang dapat mempengaruhi konsentrasi COD adalah rasio media pada reaktor dikarenakan dengan bertambahnya media Kaldness pada reaktor tertentu maka semakin luas permukaan tempat pertumbuhan biofilm mikroorganisme. Pengolahan yang efektif dapat dilaksanakan dengan menambah rasio media pada reaktor sehingga biofilm mikroorganismenya juga tumbuh dengan banyak.

IV.2.4 Pembahasan Pengujian Parameter Amonia (NH₃) Dengan Menggunakan Metode MBBR

Pengujian amonia (NH₃) pada penelitian ini dilakukan berdasarkan SNI 06-8989.3 Tahun 2005 Tentang Cara Uji kadar Amonia (NH₃) Dengan Spektrofotometer Secara Fenat. Konsentrasi amonia (NH₃) pada pengujian awal sebelum pengolahan adalah 112,04 mg/L dimana nilai konsentrasi ini berada di atas ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 setelah dilakukan pengolahan limbah amonia pada reaktor kontrol masih berada pada skala >100 dan hal ini membuat reaktor kontrol belum bisa menurunkan amonia (NH₃) secara signifikan. Namun pada reaktor 1 dan reaktor 2 sudah berada di skala <100 dan berada dibawah ambang batas baku mutu dikarenakan pada reaktor 1 dan reaktor 2 sudah diberikan media *Kaldness* dengan variasi yang berbeda. Hal ini diduga amonia menjadi sumber makanan mikroorganisme yang berada pada media *kaldness K1*. Pada pengolahan dengan Variasi reaktor konsentrasi amonia (NH₃) sudah berada dibawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.30 Tahun 2015 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Pupuk Urea.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Afrianti *et al.*, (2017) Tentang Bakteri Pendegradasi Amonia Limbah Cair Karet Pontianak Kalimantan Barat juga menggunakan bakteri nitrifikasi untuk mengurangi polutan amonia. Dilakukan dengan variasi pengendapan 1, 2 dan 3. Pada pengendapan 1 dengan 4 jumlah bakteri dapat mengurangi kadar amonia sebanyak 0,323 mg/L. Pada Variasi pengendapan 2 dengan 2 jumlah bakteri dapat mengurangi kadar amonia menjadi 5,24 mg/L dan pada variasi pengendapan 3 dengan 1 jumlah bakteri dapat mengurangi kadar amonia sebanyak 20,5 mg/L dari kadar awal >300 mg/L.

Konsentrasi amonia bisa berubah dikarenakan terjadinya proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Nitrifikasi adalah konversi nitrogen amonia ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) menjadi nitrat ($\text{NO}_3^+\text{-N}$) yang dilakukan oleh bakteri heterotrof maupun autotrof. Bakteri autotrof pada dasarnya menggunakan materi anorganik sebagai sumber karbon utama. Senyawa karbon yang dibutuhkan adalah CO_2 senyawa ini digunakan oleh bakteri autotrofdalam aktivitas mengurai karbon. Genus bakteri yang biasanya melaksanakan proses nitrifikasi adalah *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Genus bakteri ini adalah bakteri gram negatif yang memiliki kandungan lipid pada dinding sel berkisar antara 11-12%. Bakteri ini dapat menghasilkan enzim urease dan melepaskan amonia (Berliana *et al.*, 2020).

Bakteri nitrifikasi memanfaatkan amonia (NH_3) sebagai sumber energi dan pembentukan sel. Penurunan dan peningkatan jumlah amonia (NH_3) akibat proses metabolisme mikroorganisme dan biofilm dari limbah industri pupuk urea dijadikan sebagai makanan mikroba. Mikroorganisme akan melewati proses pertumbuhan dan kematian. Hal ini dapat dilihat pada Tabel IV.1 pada proses perhitungan koloni bakteri yang semakin berkurang berdasarkan variasi waktu yang terjadi. Karena setelah pemberian waktu kontak selama 72 jam maka mikroorganisme akan berada di fase kematian (Afrianty *et al.*, 2017).

BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai penyisihan kadar amonia (NH_3) pada limbah industri pupuk urea dengan menggunakan metode MBBR dapat menurunkan parameter pH, TSS, COD, dan Amonia (NH_3) dapat disimpulkan bahwa kadar parameter pH dan COD pada R-K, R-1 dan R-2 berada dibawah ambang batas baku mutu yaitu berkisar antara 8,5-9 dan 5 mg/L – 77 mg/L. Kadar parameter TSS semua reaktor berada di atas ambang batas baku mutu yaitu 247 mg/L – 474 mg/L. Sedangkan pada parameter amonia (NH_3) dibawah ambang batas baku mutu yaitu pada nilai 86,53 mg/L – 100 mg/L. Waktu optimum pengolahan yaitu pada waktu 72 jam untuk mengurangi parameter pH, COD, Amonia (NH_3)

V.2 Saran

Adapun saran dan masukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Saran untuk peneliti selanjutnya yaitu perlu adanya penelitian tentang genus bakteri yang dapat menguraikan limbah amonia (NH_3) secara spesifik.
2. Melakukan penelitian yang sama dengan menggunakan media *Kaldness* dengan ukuran yang lebih besar dan adanya penambahan mengenai pengolahan penurunan parameter TSS seperti penambahan metode koagulasi dan sedimentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng R. Chandrika. (2017) *Penyisihan Amonia Dari Air Limbah Melalui Kombinasi Proses Membran Dan Ozonisasi Menggunakan Larutan Penyerap Bahan Alami Variasi Laju Sirkulasi Limbah* : Depok.
- Agriani, S., & S DJ, R. (2020). Efisiensi Penyisihan Logam Fe Dengan Menggunakan Instalasi Pengolahan Lindi Compact (IPLC). *Jurnal Reka Lingkungan*, 8(2), 78–89. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v8i2.78-89>.
- Alisa, Nadhira Dan Yoyok Suryo Purnomo. (2020) Penurunan Kandungan Polutan Pada Air Limbah Industri Tempe Menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). *Jurnal Enviro Uns*. 1(1).
- Angraeni, A., & Triajie, H. (2021). Uji Kemampuan Bakteri (*Pseudomonas aeruginosa*) Dalam Proses Biodegradasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), di Perairan Timur Kamal Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(3), 176–185. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i3.1175>
- Ani Riani, G. W., Putri, M. S. A., & Ningsih, T. (2022). Efektivitas Penambahan Moving Bed Biofilm Reactor (Mbr) Terhadap Kualitas Air Limbah Di Instalasi Pengolahan Air Limbah Pondok Pesantren Mahasiswa Universitas Islam Lamongan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 22(1), 67. <https://doi.org/10.35799/Jis.V22i1.35562>
- Azizah, Mia Dan Mira Humairoh (2017) Analisis Kadar Amoniak (NH₃) Dalam Air Sungai Cileungsi. *Jurnal Nusa Sylva*. 1(15). 47-54.
- Berliana, C. Dkk (2020). Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Anoksik-Aerobik Moving Bed Biofilm Reaktor (Studi Kasus: Penyisihan Amonia Dan Karbon Dalam Air Limbah Domestik). *Jurnal Pusat Teknologi Lingkungan*. 8 (2)
- Bush A., & Hess (2021) Sunscreen Mucilage: A Photoprotective Adaptation Found In Terrestrial Green Algae. *European Journal Of Phycology*. 00 (00). 1-18.

- Dinny & Puji (2019). Analisis Kandungan Amonia Dalam Limbah Outlet Kppl Pt . Pupuk Iskandar Muda (PT . PIM) Lhokseumawe Quimica. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*. Vol 2 no 1.
- Environmental Protection Agency (2018). *Toxicological Profile For Ammonia*. U.S Department Of Health And Human Services.
- Environmental Protection Agency (2019). U.S Department Of Health And Human Services.
- Farahdiba, A. U., Purnomo, Y. S., & Sakti, S. N. (2019). *Pengolahan Limbah Domestik Rumah Makan Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbbr)*. 60(1), 65–74.
- Firdausya. R, Mazlani., Dkk. (2017) Pengaruh Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan pH Terhadap kinerja *Dual Chamber Mikroba Fuel*. *Jurnal pengolahan Lingkungan*. 3(67). ISSN 2645-3876.
- Gading,F, Maris., Dkk. (2019) Efektivitas pengolahan Limbah Cair Dengan Aerasi Dalam Menurunkan Kadar COD Pada Limbah Biodiesel. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1 (1). ISSN 7468-9374.
- Harjayanti, Wahyu Sekar, Dkk. (2018) Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Amoniak (NH_3) Pada Pemulung Di Tpa Jatibarang Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4 (3). 2356-3346.
- Hederik, D, Dkk. (2020). Longitudinal Changes In Bronchial Responsiveness Associated With Swine Confinement Dust Exposure. *Chest Journal*. No 1117. 1448-1495.
- Hutabarat, H. (2017). Analisis Dampak Gas NH_3 Dan Klorin Pada Faal Paru Pekerja Pabrik Sarung Tangan Karet “X” Medan. *Tesis Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatra Selatan*.
- Imania, Ariana Wilda Dan Welly Herumurty. (2018) Pengolahan Lindi Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbbr) Dengan Pre-

Treatment Ozon Untuk Menurunkan Kadar Cod. *Jurnal Teknik Its.* 7 (1). 2337-3520

Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran Dalam Kegiatan Penelitian Dan Pengujian. *Indonesian Journal Of Laboratory*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44750>

Kamagi, L. P., Pontoh, J., & Momuat, L. I. (2017). Analisis Kandungan Klorofil Pada Beberapa Posisi Anak Daun Aren (Arenca Pinnata) Dengan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Mipa*, 6(2), 49. <https://doi.org/10.35799/Jm.6.2.2017.17758>

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 10 Tahun 2015 Tentang baku Mutu Limbah Cair Urea

Kholif, M. Al. (2019). *Jurnal Penerapan Teknologi Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbbr) Bermedia Kaldness Dalam Menurunkan Pencemar Air Lindi.* 2(1), 1–12.

Kusuma, Dhimas Aji. Dkk., (2019) Pengolahan Limbah Laundry Dengan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbbr). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah.* 2 (1). 001-010.

Lizayana, Mudastsir & Iswandi. (2017) Densitas Pada Limbah Cair Pasar Tradisional. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi.* Vol 1. No 1. Hal 95-106

Maddusa, S. & Ratulangi, S (2018).Efektivitas Tanaman Jeringau (Acorus Calamus) Untuk Menurunkan Kadar Amoniak Pada Air Limbah Rsd Kota Bitung. *Jurnal Kesmas*, 7(1), 37–46.

Mangkasa, M. Y., Rorong, J. A., & Wuntu, A. D. (2018). Uji Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Daun Bawang Kucai (Allium Tuberosum Rottl . Ex Spreng). *Phamacon Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(4), 12–22.

Metcalf And Eddy. (2017) *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal And Reuse.* Mcgraw-Hill, Inc: New York.

National Ambient Air Quality Standard. (2009)

Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

Peraturan Pemerintah Dki Jakarta No. 122 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Pupuk.

Romli, M. Dkk. (2018). Penentuan Nilai Parameter Kinetika Lumpur Aktif Untuk Pengolahan Air Lindi Sampah. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*. No 14. 56-66.

Said, N. I., & Sya, M. R. (2019). Removal Ammonia In Domestic Wastewater Using Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbf) Process. *Jurnal Air Indonesia*, 7(1).

Saputro, R. A., & Rangkuti, C. (2018). Listrik Terhadap Gas Hho Yang Dihasilkan Pada Generator Hho. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 1(4), 665–670.

Standar Nasional Indonesia 2332. 2 (2015). Tentang Karakteristik Parameter Kimia Dan Parameter Fisika Pada Limbah Industri Pupuk Urea.

Standar Nasional Indonesia 06-6989.03 (2019). Tentang Pengukuran Parameter TSS Secara Gravimetri. *جامعة الرانري*

Standar Nasional Indonesia 6989.73 (2019). Tentang Pengukuran Parameter COD Secara Trimetri.

Standar Nasional Indonesia 06-6989.30 (2005). Tentang Pengukuran Parameter Amonia Dengan Menggunakan Metode Fenat.

Sudarman, R., Budiastuti, H., Djenar, N. S., Panggalo, E. S., & Nurhasyim, A. (2020). Penyisihan Kadar Amoniak Dalam Limbah Cair Industri Pupuk Menggunakan Sequencing Batch Reactor. *Fluida*, 13(2), 65–72. <https://doi.org/10.35313/Fluida.V13i2.2264>

Tetty Afriani, Nainggola. Dkk (2017) Bakteri Degradasi Amonia Limbah Cair Karet Pontianak Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. Vol 4. No 2

Waronno, Dwi & Syamsudin. (2017) Unjuk Kerja Spektrofotometer Untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *Jurnal Teknik Kimia*. 2 (2).

Wida, A., Herumurti, W., Lingkungan, D. T., Sipil, F. T., & Lindi, A. (2018). *Pengolahan Lindi Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbbr) Dengan Pre-Treatment Ozon Untuk Menurunkan Konsentrasi Cod*. 7(1), 7–10



LAMPIRAN A
HASIL PERHITUNGAN

PERHITUNGAN NILAI PARAMETER TSS

No	Variasi	Kontrol	Reaktor 1	Reaktor 2
1	Hari pertama (24 jam)	0,1912	0,1920	0,1994
2	Hari kedua (48 jam)	0,1930	0,1993	0,2065
3	Hari ketiga (72 jam)	0,2115	0,2135	0,2147

Rumus pencarian TSS

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh uji}}$$

A = berat kertas saring sampel

B = berat kertas saring aquadest

1. Konsentrasi TSS sebelum pengolahan

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.1746 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0016 \times 1000}{0.1} \\ &= 16 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Hari pertama (24 jam)

2. Konsentrasi TSS reaktor

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.1920 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0247 \times 1000}{0.1} \\ &= 247 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

3. Konsentrasi TSS kontrol 1

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.1920 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0247 \times 1000}{0.1} \\ &= 247 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

4. Konsentrasi TSS reaktor 2

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.1994 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0321 \times 1000}{0.1} \\ &= 321 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Hari kedua (48 jam)

5. Konsentrasi TSS kontrol

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.1930 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0257 \times 1000}{0.1} \\ &= 257 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

6. Konsentrasi TSS reaktor 1

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.1993 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.032 \times 1000}{0.1} \\ &= 320 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

7. Konsentrasi TSS reaktor 2

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.2065 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0392 \times 1000}{0.1} \\ &= 392 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Hari ketiga (72 jam)

8. Konsentrasi TSS kontrol

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.2115 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0442 \times 1000}{0.1} \\ &= 442 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

9. Konsentrasi TSS reaktor 1

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.2135 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0462 \times 1000}{0.1} \\ &= 462 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

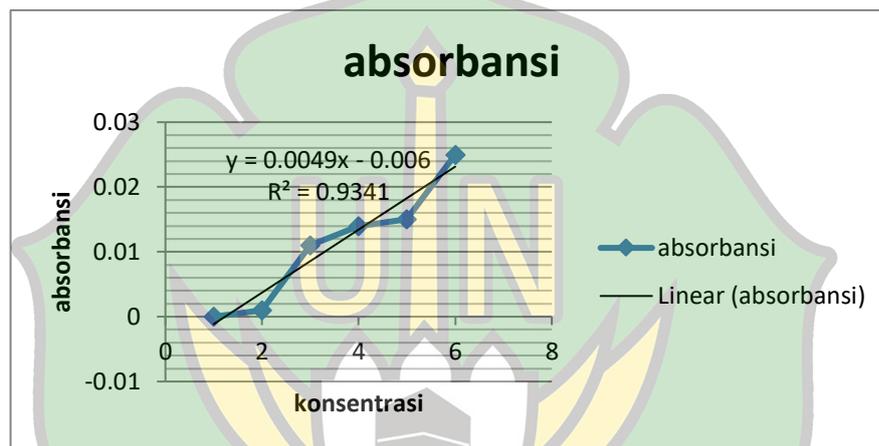
10. Konsentrasi TSS reaktor 2

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(0.2147 - 0.1673) \times 1000}{0.1} \\ &= \frac{0.0474 \times 1000}{0.1} \\ &= 474 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

PERHITUNGAN NILAI PARAMETER AMONIA (NH₃)

Pembuatan lineritas dan konsentrasi amonia

No	Absorbansi	Konsentrasi (mg N/L)
1	0	Blanko
2	0,001	0,5
3	0,011	0,4
4	0,014	0,3
5	0,015	0,2
6	0,025	0,1



$$Y = 0,0049X - 0,006$$

No	Nama variasi	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)
1	Sebelum pengolahan	0,543	112,04
Hari pertama (24 jam)			
2	Kontrol	0,511	105,51
3	Reaktor 1	0,488	100,81
4	Reaktor 2	0,432	89,38
Hari kedua (48 jam)			
5	Kontrol	0,509	105,10
6	Reaktor 1	0,467	96,53
7	Reaktor 2	0,426	88,16
Hari ketiga (72 jam)			
8	Kontrol	0,502	103,67
9	Reaktor 1	0,442	91,42

10	Reaktor 2	0,418	86,53
----	-----------	-------	-------

1. Konsentrasi sampel sebelum pengolahan

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,543 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,543+0,006}{0,0049}$$

$$X = 112,04 \text{ mg/L}$$

Hari pertama (24 jam)

2. Konsentrasi kontrol

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,511 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,511+0,006}{0,0049}$$

$$X = 105,51 \text{ mg/L}$$

3. Konsentrasi reaktor 1

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,488 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,488+0,006}{0,0049}$$

$$X = 100,81 \text{ mg/L}$$

4. Konsentrasi reaktor 2

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,432 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,432+0,006}{0,0049}$$

$$X = 89,38 \text{ mg/L}$$

Hari kedua (48 jam)

5. Konsentrasi kontrol

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,509 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,509+0,006}{0,0049}$$

$$X = 105,10 \text{ mg/L}$$

6. Konsentrasi reaktor 1

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,467 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,467+0,006}{0,0049}$$

$$X = 96,53 \text{ mg/L}$$

7. Konsentrasi reaktor 2

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,426 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,426+0,006}{0,0049}$$

$$X = 88,16 \text{ mg/L}$$

Hari ketiga (72 jam)

8. Konsentrasi kontrol

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,502 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,502+0,006}{0,0049}$$

$$X = 103,67 \text{ mg/L}$$

9. Konsentrasi reaktor 1

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,442 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,442+0,006}{0,0049}$$

$$X = 91,42 \text{ mg/L}$$

10. Konsentrasi reaktor 2

$$Y = 0,0049X - 0,006$$

$$0,418 = 0,0049X - 0,006$$

$$X = \frac{0,418+0,006}{0,0049}$$

$$X = 86,53 \text{ mg/L}$$

No	Variasi	Pengulangan			Rata-rata	Jumlah koloni (CFU/MI)
		1	2	3		
Hari pertama (24 jam)						
1	Kontrol	22	24	23	23	$2,3 \times 10^7$
2	Reaktor 1	24	25	20	23	$2,3 \times 10^7$
3	Reaktor 2	14	18	13	15	$1,5 \times 10^7$
Hari kedua (48 jam)						
4	Kontrol	22	18	8	16	$1,6 \times 10^7$
5	Reaktor 1	17	10	14	13,6	$1,3 \times 10^7$
6	Reaktor 2	17	18	14	16,3	$1,6 \times 10^7$
Hari ketiga (72 jam)						
7	Kontrol	13	13	7	11	11×10^6
8	Reaktor 1	8	7	9	8	8×10^6
9	Reaktor 2	7	18	7	10,6	$10,6 \times 10^6$

$$CFU = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Hari pertama (24 jam)

1. Kontrol

$$\begin{aligned} CFU &= 23 \times \frac{1}{10^{-6}} \\ &= 23 \times \frac{10^6}{1} \\ &= 23 \times 10^6 \\ &= 2,3 \times 10^7 \end{aligned}$$

2. Reaktor 1

$$\begin{aligned} CFU &= 23 \times \frac{1}{10^{-6}} \\ &= 23 \times \frac{10^6}{1} \\ &= 23 \times 10^6 \\ &= 2,3 \times 10^7 \end{aligned}$$

3. Reaktor 2

$$CFU_1 = 15 \times \frac{1}{10^{-6}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 15 \times \frac{10^6}{1} \\
 &= 15 \times 10^6 \\
 &= 1,5 \times 10^7
 \end{aligned}$$

Hari kedua

1. Kontrol

$$\begin{aligned}
 \text{CFU}_1 &= 16 \times \frac{1}{10^{-6}} \\
 &= 16 \times \frac{10^6}{1} \\
 &= 16 \times 10^6 \\
 &= 1,6 \times 10^7
 \end{aligned}$$

2. Reaktor 1

$$\begin{aligned}
 \text{CFU}_1 &= 13,6 \times \frac{1}{10^{-6}} \\
 &= 13,6 \times \frac{10^6}{1} \\
 &= 13,6 \times 10^6 \\
 &= 1,3 \times 10^7
 \end{aligned}$$

3. Reaktor 2

$$\begin{aligned}
 \text{CFU}_1 &= 16,3 \times \frac{1}{10^{-6}} \\
 &= 16,3 \times \frac{10^6}{1} \\
 &= 16,3 \times 10^6 \\
 &= 1,6 \times 10^7
 \end{aligned}$$

Hari ketiga (72 jam)

1. Kontrol

$$\begin{aligned}
 \text{CFU}_1 &= 11 \times \frac{1}{10^{-6}} \\
 &= 11 \times \frac{10^6}{1} \\
 &= 11 \times 10^6
 \end{aligned}$$

2. Reaktor 1

$$\begin{aligned}
 \text{CFU}_1 &= 8 \times \frac{1}{10^{-6}} \\
 &= 8 \times \frac{10^6}{1} \\
 &= 8 \times 10^6
 \end{aligned}$$

3. Reaktor 2

$$\begin{aligned}
 \text{CFU}_1 &= 10.6 \times \frac{1}{10^{-6}} \\
 &= 10.6 \times \frac{10^6}{1} \\
 &= 10.6 \times 10^6
 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN EFEKTIFITAS

1. Pengujian parameter pH setelah perlakuan

24 jam

a. Reaktor kontrol $= \frac{(x)_{awal} - (x)_{akhir}}{(x)_{awal}} \times 100\%$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9.1 - 9.0}{9.1} \times 100\% \\
 &= 1.09\%
 \end{aligned}$$

b. Reaktor 1 $= \frac{(x)_{awal} - (x)_{akhir}}{(x)_{awal}} \times 100\%$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9.1 - 8.8}{9.1} \times 100\% \\
 &= 3.29\%
 \end{aligned}$$

c. Reaktor 2 $= \frac{(x)_{awal} - (x)_{akhir}}{(x)_{awal}} \times 100\%$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9.1 - 8.5}{9.1} \times 100\% \\
 &= 6.59\%
 \end{aligned}$$

48 jam

d. Reaktor kontrol $= \frac{(x)_{awal} - (x)_{akhir}}{(x)_{awal}} \times 100\%$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9.1 - 9.0}{9.1} \times 100\% \\
 &= 1.09\%
 \end{aligned}$$

e. Reaktor 1 $= \frac{(x)_{awal} - (x)_{akhir}}{(x)_{awal}} \times 100\%$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9.1 - 8.8}{9.1} \times 100\% \\
 &= 3.29\%
 \end{aligned}$$

f. Reaktor 2 $= \frac{(x)_{awal} - (x)_{akhir}}{(x)_{awal}} \times 100\%$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9.1 - 8.7}{9.1} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 4,39\%$$

72 jam

$$\begin{aligned} \text{g. Reaktor kontrol} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{9,1-9,0}{9,1} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 1,09\%$$

$$\begin{aligned} \text{h. Reaktor 1} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{9,1-8,9}{9,1} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 2,19\%$$

$$\begin{aligned} \text{i. Reaktor 2} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{9,1-9,0}{9,1} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 1,09\%$$

2. Pengujian parameter TSS setelah perlakuan

24 jam

$$\begin{aligned} \text{a. Reaktor kontrol} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{16-247}{16} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= -1.443,7\%$$

$$\begin{aligned} \text{b. Reaktor 1} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{16-247}{16} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= -1.443,7\%$$

$$\begin{aligned} \text{c. Reaktor 2} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{16-321}{16} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= -1.906,2\%$$

48 jam

$$\begin{aligned} \text{d. Reaktor kontrol} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{16-257}{16} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= -1.506,2\%$$

e. Reaktor 1 $= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x) awal} \times 100\%$

$$= \frac{16-320}{16} \times 100\%$$

$$= -1.900\%$$

f. Reaktor 2 $= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x) awal} \times 100\%$

$$= \frac{16-392}{16} \times 100\%$$

$$= -2.350\%$$

72 jam

g. Reaktor kontrol $= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x) awal} \times 100\%$

$$= \frac{16-442}{16} \times 100\%$$

$$= -2.662,5\%$$

h. Reaktor 1 $= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x) awal} \times 100\%$

$$= \frac{16-462}{16} \times 100\%$$

$$= -2.787,5\%$$

i. Reaktor 2 $= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x) awal} \times 100\%$

$$= \frac{16-474}{16} \times 100\%$$

$$= -2.862,5\%$$

3. Pengujian parameter COD setelah perlakuan

24 jam

a. Reaktor kontrol $= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x) awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-68}{243} \times 100\%$$

$$= 72\%$$

b. Reaktor1 $= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x) awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-77}{243} \times 100\%$$

$$= 68,3\%$$

c. Reaktor 2 $= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x) awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-72}{243} \times 100\%$$

$$= 70,3\%$$

48 jam

d. Reaktor kontrol = $\frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-9}{243} \times 100\%$$

$$= 96,2\%$$

e. Reaktor 1 = $\frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-65}{243} \times 100\%$$

$$= 73,2\%$$

f. Reaktor 2 = $\frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-52}{243} \times 100\%$$

$$= 78,6\%$$

72 jam

g. Reaktor kontrol = $\frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-5}{243} \times 100\%$$

$$= 97,9\%$$

h. Reaktor 1 = $\frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-15}{243} \times 100\%$$

$$= 93,8\%$$

i. Reaktor 2 = $\frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\%$

$$= \frac{243-14}{243} \times 100\%$$

$$= 94,2\%$$

4. Pengujian parameter Amonia (NH₃) setelah perlakuan

24 jam

$$\begin{aligned} \text{a. Reaktor kontrol} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{112.04-105.51}{112.04} \times 100\% \\ &= 5,8\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Reaktor 1} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{112.04-100.81}{112.04} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Reaktor 2} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{112.04-89.38}{112.04} \times 100\% \\ &= 20,2\% \end{aligned}$$

48 jam

$$\begin{aligned} \text{d. Reaktor kontrol} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{112.04-105.10}{112.04} \times 100\% \\ &= 6,9\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Reaktor 1} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{112.04-96.53}{112.04} \times 100\% \\ &= 13,84\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. Reaktor 2} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{112.04-88.16}{112.04} \times 100\% \\ &= 21,3\% \end{aligned}$$

72 jam

$$\begin{aligned} \text{g. Reaktor kontrol} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{112.04-103.67}{112.04} \times 100\% \\ &= 7,47\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. Reaktor 1} &= \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\% \\ &= \frac{112.04-91.42}{112.04} \times 100\% \\ &= 18,4\% \end{aligned}$$

$$\text{i. Reaktor 2} = \frac{(x)awal-(x)akhir}{(x)awal} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{112.04 - 86.53}{112.04} \times 100\% \\ &= 22,7\% \end{aligned}$$



LAMPIRAN B
DOKUMENTASI PENELITIAN

GAMBAR	KETERANGAN
	<i>Seeding</i> Bakteri
	Hasil <i>Seeding</i> Bakteri
	Pengaplikasian Reaktor
	Perhitungan Parameter Ph



Penimbangan Kertas Saring Tss



Pembuatan Larutan Standar
Perhitungan Amonia



Perhitungan Koloni Bakteri

BIOGRAFI PENULIS



Mutia Zuhra adalah nama penulis tugas akhir ini. Penulis lahir dari orang tua bapak Rusli H dan Ibu Syamsiah S.Pd sebagai anak pertama dari empat bersaudara. Penulis dilahirkan di Kecamatan Matangkuli kabupaten Aceh Utara pada tanggal 14 September 2000. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar pada MIN 4 Aceh utara (*lulus tahun 20012*) melanjutkan SMPN 1 Paya Bakong (*lulus tahun 2015*) dan melanjutkan SMAN 1 Matangkuli (*lulus pada tahun 2018*) dan melanjutkan pada Universitas Islam Negeri Ar-raniry dengan jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi.

Dengan berkat ketekunan, usaha dan motivasi untuk terus belajar dan menyelesaikan tanggung jawab penulis telah selesai menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dan telah melakukan sidang pada oktober 2022. Semoga dengan penulisan skripsi ini mampu memberikan dampak positif pada dunia pendidikan, instansi terkait, masyarakat dan juga lingkungan sekitar. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak terkait yang telah membantu penyelesaian skripsi yang berjudul “**Penyisihan Kadar Amonia (NH₃) dengan menggunakan Metode *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*”**”

