

**KOMBINASI BIOFILTER ANAEROB DAN FITOREMEDIASI  
TUMBUHAN KAYU APU (*Pistia stratiotes*) DALAM  
PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH MAKAN**

**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  
M. ARIEF ALFONSO  
NIM. 160702083  
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH  
2021 M/1441 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**KOMBINASI BIOFILTER ANAEROB DAN FITOREMEDIASI**  
**TUMBUHAN KAYU APU (*Pistia stratiotes*) DALAM**  
**PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH MAKAN**

**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

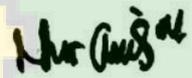
Diajukan oleh  
**M. ARIEF ALFONSO**  
**NIM. 160702083**  
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Banda Aceh, 26 Januari 2021  
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

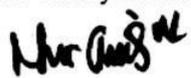
Pembimbing I

Pembimbing II

  
**(Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc)**  
NIDN: 2013128901

  
**(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)**  
NIDN: 2016067801

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

  
**(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)**  
NIDN: 2016067801

**KOMBINASI BIOFILTER ANAEROB DAN  
FITOREMEDIASI TUMBUHAN KAYU APU (*Pistia  
Stratiotes*) DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH  
MAKAN**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munqasyah 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: Rabu, 27 Januari 2021  
14 Jumadil Akhir 1441

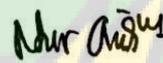
Panitia Ujian Munqasyah Skripsi

Ketua,



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

Sekretaris,



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

Penguji I,



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

Penguji II,



Rizna Rahmi, M.Sc.  
NIDN. 2024108402

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 : M. Arief Alfonso  
NIM : 160702083  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Kombinasi Biofilter Anaerob Dan Fitoremediasi Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Makan

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, 27 januari 2021  
Yang Menyatakan,



M. Arief Alfonso

## ABSTRAK

Nama : M. Arief Alfonso  
NIM : 160702083  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Kombinasi Biofilter Anaerob dan Fitoremediasi Kayu Apu *Pistia Stratiotes* dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Makan  
Tanggal Sidang : 27 Januari 2021  
Pembimbing : Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc.  
Kata Kunci : Biofilter anaerob, fitoremediasi kayu apu, kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu, efektifitas, BOD, COD, TSS dan pH.

Limbah domestik yang tidak diolah akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Metoda pengolahan limbah dengan metode biofilter dan fitoremediasi telah terbukti efektif dalam mendegradasi pencemar dan penurunan zat pencemar. Namun, kombinasi kedua metode tersebut dalam pengolahan limbah rumah makan belum pernah dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas biofilter anaerob dalam penurunan BOD, COD, TSS, dan pH pada air limbah rumah makan, serta menganalisis kombinasi efektivitas biofilter anaerob dan kayu apu (*pistia stratiotes*). Didapatkan hasil efisiensi analisa BOD menggunakan metode winkler sebesar 73,5% COD menggunakan *Spektrofotometri* hasil 62,5%, TSS dengan *Gravimetri* hasil 47,3%, pH diukur menggunakan pH meter dalam interval 6,78-7,78. Sementara itu, untuk kombinasi Biofilter Anaerob dan Fitoremediasi kayu apu didapatkan hasil BOD sebesar 85,3%, COD sebesar 86,7%, dan TSS sebesar 87,5% . Adapun nilai pH dalam interval 7,48-7,42. Hasil uji regresi linier untuk pengolahan biofilter anaerob didapatkan kandungan BOD dan COD adanya pengaruh terhadap waktu (hari). Parameter pH dan TSS tidak adanya pengaruh terhadap waktu (hari). Hasil pengolahan fitoremediasi kayu apu parameter BOD berpengaruh terhadap waktu (hari). Parameter COD, TSS dan pH tidak adanya pengaruh terhadap waktu (hari). Hasil regresi parameter BOD, COD dan TSS adanya pengaruh waktu (hari). Sedangkan nilai pH didapatkan tidak adanya pengaruh waktu terhadap hari pengolahan. Hasil analisa korelasi pengolahan biofilter anaerob, fitoremediasi kayu apu serta kombinasi biofilter anaerob dan

fitoremediasi kayu apu parameter BOD, COD, TSS dan pH menunjukkan bahwa BOD dan TSS sangat berkorelasi dengan nilai signifikan 1% berdasarkan nilai R untuk korelasi (0,735).



## KATA PENGANTAR



Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai hudan lin naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatan lil'alamin (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan Al-Qur'an. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad Shallallahu 'Alaihi wa Sallam utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan penafsir pertama Al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir pada program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Dalam penulisan proposal ini penulis mengambil judul **“Kombinasi Biofilter Anaerob dan Fitoremediasi Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dalam Pengolahan Air limbah Domestik”**.

Selama persiapan penulisan tugas akhir ini, Penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan.
3. Ibu Yeggi Darnas M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Ibu Eriawati, S.Pd., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan terdahulu
5. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Akademik atas segala arahan dan bimbingannya.
6. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
7. Bapak T. Muhammad Ashari, M.Sc selaku penguji 1 dan Ibu Rizna Rahmi, M.Sc selaku penguji 2
8. Bapak Bustami, S.P. Selaku guru yang telah membantu dalam proses penelitian

9. Bapak-bapak dan ibu- ibu dosen di Program Studi Teknik Lingkungan Uin Ar-Raniry yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
10. Ibu Idariani yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
11. Ibu Nurul Huda S.Pd, yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian dan administrasi.

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

Banda Aceh, 27 Januari 2021  
Penulis,

M. Arief Alfanso



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Air Limbah Cair Domestik .....	5
2.2. Biofilter Anaerob .....	8
2.3. Fitoremediasi .....	9
2.4. Tanaman Kayu Apu .....	10
2.5. Hidroponik .....	12
<b>BAB III : METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Tahapan Umum Penelitian.....	14
3.2 Lokasi Penelitian Sampel.....	15
3.2.1 Lokasi Penelitian dan Pengambilan sampel .....	15

3.2.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	16
3.3 Desain Biofilter Anaerob dan Fitoremediasi Kayu Apu.....	17
3.3.1 Alat dan Bahan dalam penelitian.....	17
3.3.2 Prototipe Biofilter Anaerob dan Fitoremediasi kayu Apu .....	19
3.4 Eksperimen Biofilter Anaerob .....	20
3.4.1 Bahan.....	20
3.4.2 Prosedur Eksperimen.....	20
3.5 Eksperimen Kombinasi Biofilter dan Fitoremediasi Kayu Apu.....	21
3.5.1 Bahan.....	21
3.4.2 Prosedur Eksperimen .....	22
3.6 Pengukuran Parameter Air Limbah .....	23
3.7 Analisis Data.....	24
<b>BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Hasil Eksperimen.....	28
4.2 Pembahasan .....	30
4.2.1 Pengolahan Menggunakan Biofilter Anaerob .....	30
4.2.2 Pengolahan Menggunakan Fitoremediasi Kayu Apu (pistia pstartiotes).....	40
4.2.3 Pengolahan Menggunakan Kombinasi Biofilter Anaerob Fitoremediasi Kayu Apu.....	48
<b>BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>60</b>
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS.....</b>	<b>83</b>

## DAFTAR GAMBAR

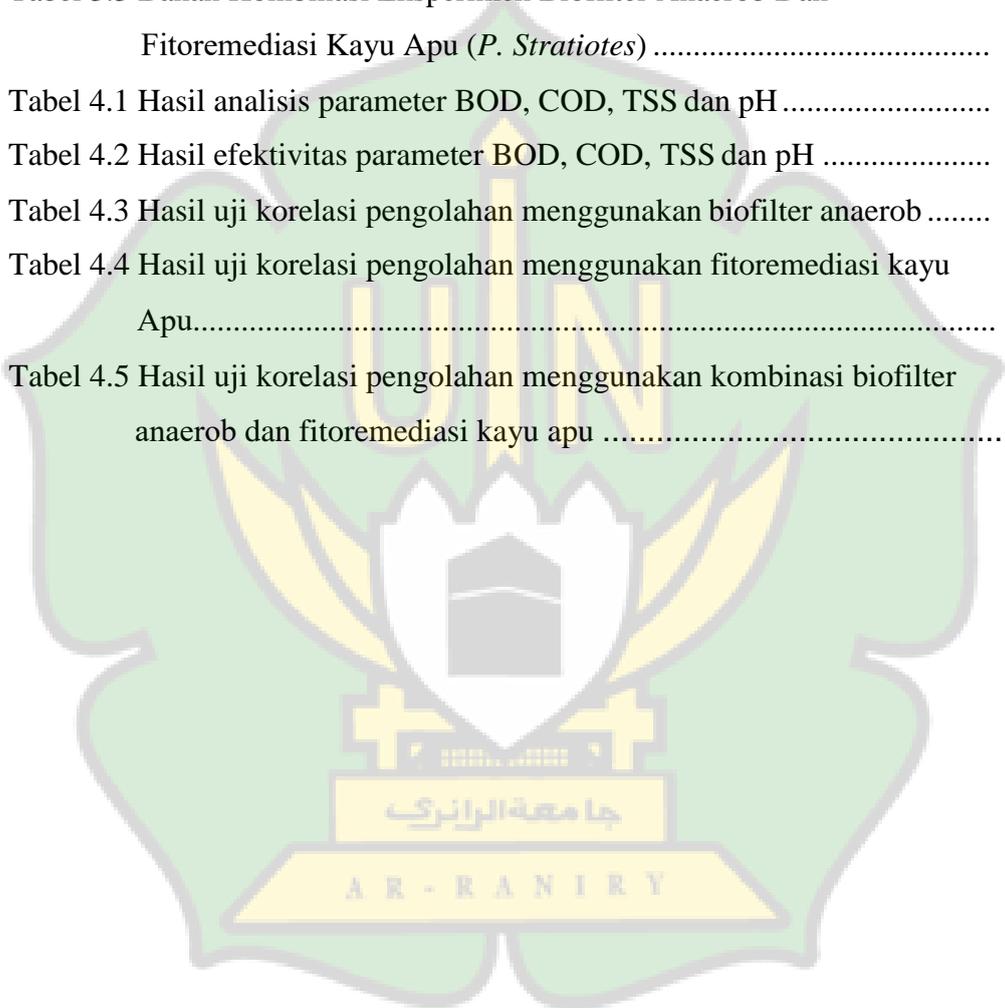
Gambar 2.1 Tumbuhan Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> ).....	11
Gambar 3.1 Diagram Alur penelitian.....	15
Gambar 3.2 Informasi Tepi Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	16
Gambar 3.3 Lokasi Pengambilan Sampel .....	16
Gambar 3.4 Biofilter Anaerob Menggunakan Media Sarang Tawon. ....	19
Gambar 3.5 Fitoremediasi Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> ) Menggunakan Hidroponik DFT .....	20
Gambar 4.1 Grafik Penurunan BOD terhadap Waktu (hari).....	31
Gambar 4.2 Grafik persentase BOD terhadap waktu (hari). ....	31
Gambar 4.3 Grafik persentase laju degradasi BOD terhadap waktu (hari).....	32
Gambar 4.4 Grafik Penurunan COD terhadap waktu (hari).....	33
Gambar 4.5 Grafik persentase Penurunan COD terhadap waktu (hari). ....	33
Gambar 4.6 Grafik persentase laju degradasi COD terhadap waktu (hari).....	34
Gambar 4.7 Grafik Penurunan TSS terhadap waktu (hari) .....	35
Gambar 4.8 Grafik persentase Penurunan TSS terhadap waktu (hari).....	35
Gambar 4.9 Grafik persentase laju degradasi TSS terhadap waktu (hari) .....	36
Gambar 4.10 Grafik Penurunan pH terhadap waktu (hari) .....	37
Gambar 4.11 Hasil analisis korelasi pengolahan menggunakan biofilter Anaerob .....	39
Gambar 4.12 Penurunan persentase parameter BOD pada pengolahan fitoremediasi Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> ).....	42
Gambar 4.13 Penurunan persentase parameter COD pada pengolahan fitoremediasi Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> ).....	43
Gambar 4.14 Penurunan persentase parameter TSS pada pengolahan fitoremediasi Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> ).....	44
Gambar 4.15 Penurunan parameter pH pada pengolahan fitoremediasi Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> ).....	45

Gambar 4.16 Hasil analisis korelasi pengolahan menggunakan Fito remediasi Kayu Apu .....	47
Gambar 4.17 Hasil analisis korelasi pengolahan menggunakan Kombinasi biofilter Anaerob dan Fitoremediasi Kayu Apu.....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah.....	5
Tabel 2.2 Klasifikasi Tanaman Kayu Apu ( <i>pistia stratiotes</i> ).....	10
Tabel 3.1 Bahan desain biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu .....	18
Tabel 3.2 Bahan Eksperimen Biofilter Anaerob .....	20
Tabel 3.3 Bahan Kombinasi Eksperimen Biofilter Anaerob Dan Fitoremediasi Kayu Apu ( <i>P. Stratiotes</i> ) .....	22
Tabel 4.1 Hasil analisis parameter BOD, COD, TSS dan pH .....	28
Tabel 4.2 Hasil efektivitas parameter BOD, COD, TSS dan pH .....	29
Tabel 4.3 Hasil uji korelasi pengolahan menggunakan biofilter anaerob .....	38
Tabel 4.4 Hasil uji korelasi pengolahan menggunakan fitoremediasi kayu Apu.....	46
Tabel 4.5 Hasil uji korelasi pengolahan menggunakan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu .....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Bahan penelitian parameter air limbah.....	59
Lampiran II Pengujian parameter air limbah .....	64
Lampiran III Dokumentasi tahapan persiapan dan pengolahan limbah rumah makan.....	64
Lampiran IV Data Penelitian.....	72



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pencemaran lingkungan di Indonesia telah menjadi masalah yang serius. Kerusakan lingkungan yang telah terjadi sangat erat kaitannya dengan aktivitas kehidupan masyarakat sehari-hari. Masalah air limbah saat ini menjadi masalah yang membahayakan manusia serta makhluk hidup maupun kelestarian lingkungan. Air limbah adalah bahan buangan yang tidak bisa dipakai kembali oleh masyarakat (Alfrida, 2016). Sumber pencemaran ditentukan oleh pemanfaatan atau kegiatan dari manusia yang ada di sekitarnya. Sumber-sumber air limbah berasal dari air limbah rumah tangga (air limbah domestik), air limbah industri, air limbah rumah sakit dan air limbah peternakan (Destari, 2019).

Air limbah domestik atau disebut dengan *gray water* merupakan air yang berasal dari buangan bahan dapur, toilet, *wastafel* dan mencuci yang langsung dibuang tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu (Mega, 2013). Menurut Undang-Undang No. 18 Tahun 2008, limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari kegiatan sehari-hari yang menghasilkan limbah memasak, mencuci, mandi serta kegiatan peternakan dan pertanian. Sementara itu, menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016, air limbah rumah tangga adalah air limbah domestik yang berasal dari kegiatan rumah makan, pemukiman, perniagaan, apartemen, dan asrama. Air limbah *grey water* dapat digolongkan pencemar ringan (*light*) dibandingkan dengan air limbah industri. Akan tetapi bisa berbahaya jika air limbah domestik *grey water* bervolume tinggi karena dapat mencemari kualitas air (Ernawati, 2016).

Sekitar 60% sampai 70% pencemaran yang terjadi di badan air disebabkan oleh limbah cair domestik yang berasal dari kegiatan sehari-hari manusia. Air limbah mempunyai karakteristik yaitu kimia, fisika, dan biologi. Karakteristik air limbah harus diukur guna memperhatikan kondisi air limbah (Supradata, 2005). Karakteristik yang diukur pada parameter kimia adalah *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), pH, nitrat, nitrit,

Senyawa anorganik dan senyawa organik (Dunung, 2019). Parameter fisika yang harus diperhatikan adalah warna, suhu, bau, dan kandungan bahan padat. Sementara itu, untuk parameter biologi yaitu mikroorganisme patogen atau bakteri yang tidak dapat diuntungkan yang berpengaruh di dalam tubuh manusia serta lingkungan hidup lainnya (Destari, 2019).

Salah satu upaya untuk mengolah air limbah domestik adalah teknologi seperti *construction wetland*, biosorben, biofilter (aerob dan anaerob), dan atau kombinasi beberapa teknologi. Teknologi biofilter menjadi salah satu inovasi dalam menangani masalah limbah cair domestik. Teknologi ini dapat diaplikasikan pada skala rumah tangga maupun komunal (Sholihah, 2014). Biofilter adalah metode pengolahan limbah yang memanfaatkan suatu media tempat tumbuhnya mikroorganisme untuk mendegradasi kandungan zat pencemar dan dapat menurunkan BOD, COD, TSS, dan pH. Teknik biofilter dapat dilakukan dengan berbagai macam media seperti plastik, sarang tawon, batu pecah, serat plastik dan *bioball*. Biofilter dapat mengolah langsung parameter fisik seperti bau, warna, kejernihan dan temperatur. Selain itu, media yang dapat digunakan adalah media sarang tawon (Murti, 2015). Pada proses anaerobik dilakukan tanpa adanya oksigen atau udara. Biofilter yang baik menggunakan prinsip saringan yang tersusun dari tumpukan media penyangga yang tersusun rapi dan bisa acak. Fungsi dari media penyangga adalah tempat berkembang biaknya bakteri yang akan melapisi permukaan media dan membentuk lapisan masa yang tipis (Mega, 2013).

Selain biofilter anaerob juga ada pengolahan yang dianggap ekonomis dibandingkan dengan teknologi lainnya yang disebut fitoremediasi. Fitoremediasi adalah menanam tanaman yang mempunyai kemampuan untuk mendegradasi air limbah. Fitoremediasi sudah banyak digunakan karena menggunakan tanaman yang tidak memerlukan tambahan kimia. Fitoremediasi dapat mengolah logam berat, seperti Seng (Zn), Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Emas (Au), sisa industri seperti limbah deterjen, limbah kelapa sawit, limbah batik, dan budidaya perikanan (Rahan, 2017).

Salah satu teknik dalam fitoremediasi adalah menggunakan tanaman air (*hidrofit*). Tanaman *hidrofit* adalah bagian vegetasi yang umumnya hidup di perairan air payau, tawar hingga ke lautan dan banyak aneka ragam jenisnya baik dari sifat dan bentuk. Pada keadaan perairan yang tercemar penggunaan tanaman *hidrofit* sangat diperlukan dan menjadi solusi untuk mendegradasi pencemar. (Yusuf, 2018).

Kayu apu (*Pistia stratiotes*) adalah jenis tanaman yang dapat berkembang biak di air dan tidak membutuhkan perlakuan khusus. Karena sifat tersebut, tumbuhan ini berpotensi digunakan dalam fitoremediasi. Kayu apu yang kurang dimanfaatkan oleh masyarakat ternyata dapat menurunkan parameter berupa BOD, COD, TSS, pH serta logam berat (Safira, 2018). Kayu Apu mempunyai keunggulan yaitu pertumbuhan cepat, berkecambah yang tinggi dan penyerapan unsur hara serta adsorben yang tinggi terhadap iklim. Berdasarkan laporan sebelumnya, tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam pengolahan limbah cair domestik mampu menurunkan nilai BOD maksimal sebesar 45,35%, penurunan nilai COD maksimal sebesar 65,06%, penurunan nilai TSS maksimal sebesar 19,99%, dan nilai pH maksimum sebesar 8,50. Berdasarkan temuan tersebut, pengolahan limbah domestik dengan tanaman Kayu Apu dapat dikatakan belum optimal. Selain itu, lama waktu retensi 6 hari dapat dianggap kurang efisien (Wirawan, 2014) Sementara itu, biofilter anaerob menggunakan media sarang tawon untuk mengolah air limbah domestik dan mampu menurunkan parameter sebesar COD 87 %, TSS 96 % dan BOD 89 %. Namun, biofilter sarang tawon masih kurang efisien karena membutuhkan waktu 4 hari untuk mencapai efektifitas tersebut (Said, 2005).

## **1.2. Rumusan masalah**

Berkaitan dengan uraian pada latar belakang, kombinasi antara biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu diharapkan dapat menurunkan parameter BOD, COD, TSS, dan pH, secara efektif dan efisien, sehingga parameter-parameter tersebut telah berada pada kondisi yang sesuai dengan baku mutu. Oleh karena itu, diperlukan uji efektivitas kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam menurunkan parameter air limbah. Berdasarkan masalah tersebut pertanyaan yang akan dijawab pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efektivitas biofilter anaerob dalam penurunan BOD, COD, TSS dan pH, pada air limbah rumah makan?
2. Bagaimana efektivitas kombinasi antara biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu dalam penurunan BOD, COD, TSS, dan pH pada air limbah rumah makan?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis efektivitas biofilter anaerob dalam penurunan BOD, COD, TSS, dan pH pada air limbah rumah makan.
2. Untuk menganalisis efektivitas kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam penurunan parameter BOD, COD, TSS, pH, pada air limbah rumah makan.

### **1.4. Manfaat penelitian**

Manfaat penelitian ini terdiri dari:

1. Bagi peneliti, penelitian ini bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan tentang pengolahan air limbah domestik dan menambah cara pengolahan air limbah domestik. Menggunakan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu (*Pistia stratiotes*), sehingga dapat menurunkan parameter BOD, COD, TSS, dan pH, pada air limbah domestik.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui bahwa air limbah dapat diolah serta nantinya air limbah tidak berbahaya bagi masyarakat.
3. Bagi pemerintah, menambah informasi mengenai cara pengolahan air limbah domestik (IPAL) dengan menggunakan metode pengolahan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu (*Pistia stratiotes*).

### **1.5. Batasan Penelitian**

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 air limbah domestik harus memenuhi parameter yang telah diatur, yaitu pH, BOD, COD, TSS, minyak, lemak, amoniak dan *total coliform*. Namun, pada penelitian ini kajian hanya difokuskan pada penurunan dan pengamatan parameter BOD, COD TSS dan pH.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Air Limbah Cair Domestik

Air limbah cair domestik adalah sisa buangan yang tidak terpakai dapat berbentuk padat, gas dan cair. *Gray water* adalah air limbah yang berasal dari aktifitas manusia, hasil dari kegiatan usaha seperti laundry, minyak dan lemak yang terdapat didalam limbah domestik jenis *gray water* merupakan permasalahan pencemar di badan air apabila tidak diolah dan dikelola dengan baik maka akan merusak perairan (Doraja, 2012).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang baku mutu air limbah domestik. Limbah cair domestik yaitu air limbah yang berasal dari rumah makan, pasar, pelayanan kesehatan, perumahan, pasar, perkantoran, asrama dan pemukiman. Pencemaran air limbah domestik diakibatkan oleh pembuangan air limbah yang langsung ke badan air tanpa dilakukannya pengolahan lanjut. Kendala untuk pengolahan air limbah domestik mahalnya infrastruktur pengolahan air limbah domestik, sehingga masyarakat sulit menjangkaunya (Sholihah, 2014).

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang baku mutu air limbah domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1.** Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik.

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum
1	pH	-	6-9
2	BOD	Mg/L	30
3	COD	Mg/L	100
4	TSS	Mg/L	30
5	minyak dan lemak	Mg/L	5
6	Amoniak	Mg/L	10
7	<i>Total coliform</i>	Jumlah/100MI	3000

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016.

Menurut Anggereni (2009) Air buangan berasal dari berbagai sumber, secara garis besar air buangan dapat dikelompokkan menjadi:

1. Air limbah yang berasal dari rumah tangga (*Domestic Wastes Water*), adalah air limbah yang berasal dari pemukiman. Ekskreta (air seni dan tinja) kamar mandi dan air bekas cucian adalah air limbah domestik yang umumnya terdapat bahan-bahan organik.
2. Air limbah hasil industri (*Industrial Wastewater*), berasal dari industri akibat produksi.
3. Air limbah kotapraja (*Municipal Waste Water*), air limbah yang berasal dari hotel, tempat umum, perkantoran, tempat ibadah dan lainnya.

Menurut Metcalf (2003), karakteristik limbah cair domestik terdiri dari tiga yaitu sebagai berikut:

### **1. Karakteristik Fisika**

Berikut adalah beberapa karakteristik fisika pada limbah cair, diantaranya:

#### a. Bau

Bau dihasilkan dari zat kimia yang tercampur di udara pada proses perusakan susunan jaringan materi pada limbah sehingga dihasilkan bau.

#### b. Suhu

Suhu sangat berperan penting dalam aktivitas yang terjadi dalam air limbah laju reaksi, reaksi kimia dan organisme air, oleh karena itu kestabilan suhu sangat berpengaruh pada perkembangan mikroorganisme di dalam limbah cair.

#### c. Warna

Limbah yang berwarna abu-abu bahkan kehitaman disebabkan kondisi anaerob dan waktu yang meningkat

#### d. *Total Suspended Solid*

Tanah dan lumpur yang ada di dalam air limbah merupakan padatan total yang tertahan akibat saringan dan ukuran tertentu.

#### e. *Total Solid*

Pendakalan yang terjadi di dasar air dikarenakan bahan organik dan anorganik merupakan komponen yang menyebabkan mengendap di dasar air atau terlarut.

*f. Turbidity*

Zat padat tersuspensi yang disebabkan oleh kekeruhan atau turbiditas, baik anorganik maupun organik membatasi pencahayaan ke dalam air serta menunjukkan sifat optis air.

## 2. Karakteristik Biologi

Adanya mikroorganisme yang terdapat di dalam limbah cair merupakan parameter yang diukur untuk menentukan karakteristik biologi, mikroorganisme melakukan perubahan menjadi senyawa baru hingga memanfaatkan zat organik yang terkandung di dalam air limbah.

## 3. Karakteristik Kimia

Berikut adalah beberapa karakteristik kimia pada limbah cair, diantaranya:

### 1. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Kebutuhan oksigen didalam air berfungsi sebagai penurunan parameter air dan degradasi limbah organik yang dilakukan oleh mikroorganisme dengan memanfaatkan oksigen yang diberikan ke mikroorganisme.

### 2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD adalah kebutuhan oksigen yang digunakan sebagai penguraian unsur pencemar secara kimia yang terdapat dalam limbah cair domestik.

### 3. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan zat pencemar yang air limbah domestik yang berasal dari rumah makan atau sisa pencucian peralatan hasil rumah tangga.

### 4. pH

Merupakan derajat keasaman pada suatu larutan, semakin rendah suatu larutan maka akan bersifat asam sebaliknya semakin tinggi nilai pH maka bersifat basa. pH netral berkisar 6-9

### 5. Protein

Pembusukan dan penguraian dalam limbah cair dapat menimbulkan bau yang dapat mengganggu penciuman.

### 6. Detergen

Detergen merupakan pencemar yang berasal dari binatu, asrama, perumahan, rumah tangga dan kos-kosan.

## 7. Phospat

Phospat yang tinggi ada di dalam air merupakan sumber nutrisi bagi alga namun Semakin banyak kadar phospat maka alga akan sulit untuk dikendalikan sehingga menyebabkan blooming yang berakibat pada flora dan fauna di perairan menjadi terhambat serta kurangnya oksigen.

## 8. Sulfur

Sulfur yang tinggi akan berbau busuk dan bersifat beracun apabila konsentrasinya terlalu banyak maka akan menaikan keasaman air.

## 9. Logam berat dan beracun

Logam berat seperti tembaga (Cu), perak (Ag), seng (Zn), kadmium, merkuri (Hg), timah (Sn), kromium, besi (Fe), dan nikel (Ni). Logam tersebut apabila dalam konsentrasi besar maka akan membahayakan bagi makhluk hidup.

### **2.2. Biofilter Anaerob**

Biofilter dilakukan dengan cara mengalirkan air ke reaktor biologis yang telah diisi dengan media untuk berkembangbiaknya mikroorganisme. Biofilter Anaerob memanfaatkan mikroorganisme tanpa diberikan oksigen dan tanpa penambahan udara dengan keadaan reaktor yang tertutup Air limbah yang melewati media biofilter akan mengakibatkan tumbuhnya bakteri yang akan melapisi media sehingga membentuk lapisan lendir yang menyelimuti media yang disebut biofilm. Zat organik yang belum terurai apabila melalui lapisan lendir akan terurai secara biologis, efisiensi biofilter berpengaruh terhadap luas kontak dengan mikroorganisme yang menempel pada media. Media yang baik terbuat dari bahan organik maupun anorganik, mempunyai spesifikasi yang tinggi sehingga mikroorganisme dapat melekat dan jumlah mikroorganisme yang banyak dan ringan. Sehingga dapat menurunkan parameter BOD, COD, TSS, pH dan pencemar phosphor ammonium minyak dan lemak (Herlambang, 2002).

Pengolahan anaerobic sistem *batch* adalah pengolahan air limbah dengan pengoperasian yang mudah, biaya yang murah dan perangkaian reaktor yang mudah sehingga sering diterapkan kepada masyarakat dalam pengolahan air limbah (Karagiandis, 2012). Sistem *batch* diisi dengan air limbah dengan reaktor

tertutup dan diberikan waktu retensi apabila melewati waktu retensi maka reaktor dibuka air limbah dibuang dan digantikan sistem ini tanpa aliran sehingga dilakukan sekali pengolahan (Naryono, 2009).

Ada beberapa media yang digunakan dalam sistem pengolahan anaerob *batch* media yang digunakan adalah media lumpur aktif, batu apung, kotoran sapi, media lembaran plastik, benang wol dan media sarang tawon (Nabban, 2019). Pengolahan dengan menggunakan sistem anaerobic *batch* dapat menurunkan parameter pH 69%, COD 78%, TSS 50%, dan BOD mencapai penurunan sebanyak 73% (Anggriani, 2019).

### **2.3. Fitoremediasi**

Fitoremediasi adalah pemanfaatan suatu tumbuhan yang didalamnya terdapat mikroorganisme untuk mendetoksifikasi dan meminimalisasi pencemar, karena tumbuhan mampu menyerap mineral dan logam berat yang tinggi. Pemanfaatan mikroorganisme yang terdapat pada tumbuhan merupakan konsep pengembangan dalam proses pengembangan teknologi untuk pengolahan pencemar yang ada di limbah. Fitoremediasi dapat diterapkan pada limbah anorganik maupun organik dalam bentuk padat, gas dan cair. (Rossiana, 2007). Fitoremediasi adalah salah satu teknik biologi, yang memanfaatkan mikroorganisme yang ada di tumbuhan sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan, baik pada tanah, air dan udara, yang diakibatkan oleh organik maupun polutan netral (Santriyana, 2012).

Kelebihan dari fitoremediasi adalah prosesnya dapat dilakukan eksitu dan insitu bisa bekerja pada senyawa anorganik dan organik, teknologi ramah lingkungan, tidak memerlukan biaya yang tinggi sehingga mudah diterapkan hingga dapat mendegradasi pencemaran dalam jumlah besar. Sedangkan kerugian fitoremediasi adalah prosesnya memerlukan waktu yang lama untuk pengolahan air limbah, dapat menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat sehingga biomassa tumbuhan dapat mempengaruhi keseimbangan rantai makanan pada ekosistem dan bergantung pada keadaan iklim (Isa, 2014).

Adapun mekanisme dari fitoremediasi yaitu berhubungan dengan proses fitoekstraksi, rhizofiltrasi, fitodegradasi, fitostabilisasi dan fitovolatilisasi. Fitoekstraksi adalah penyerapan logam berat pada akar tanaman dan

mengumpulkan logam berat ke bagian-bagian tanaman seperti batang, akar dan daun. Sedangkan pada rhizofiltrasi kemampuan akar tanaman dalam mengendapkan dan menyerap logam berat dari aliran air limbah. Sementara itu, pada fitodegradasi adalah metabolisme logam berat dalam jaringan tanaman oleh enzim seperti oksigen dan dehalogenase. Fitostabilisasi adalah kemampuan tanaman mengeluarkan senyawa kimia dan mengimobilisasi logam berat di perakaran. Dan yang terakhir fitovolatilisasi dimana akar tanaman ketika logam berat melepaskannya ke udara melalui daun dan ada kalanya logam berat mengalami degradasi terlebih dahulu sebelum dilepas ke daun (Zulkoni dkk., 2017).

#### 2.4. Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Tanaman kayu apu biasanya terdapat di danau, sungai dan rawa akar yang berserabut, kayu apu yang terjurai pada lapisan atas perairan sehingga dapat menyerap bahan-bahan yang terlarut (Yusuf, 2001). Selain itu, karena kayu apu mempunyai daya mengikat butiran-butiran lumpur yang halus maka sering digunakan untuk menjernihkan air bagi industri maupun keperluan sehari-hari. tanaman kayu apu mampu menurunkan unsur P dan N secara berturut-turut yaitu 25 % dan 12 % per minggu (Pusat Litbang PU Sumberdaya Air, 2008). Klasifikasi kayu apu ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Klasifikasi tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*).

Kingdom	: Plantae
Super Divisi	: Tracheophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Subkelas	: Arecidae
Ordo	: Arales
Famili	: Araceae
Genus	: Pistia
Spesies	: <i>Pistia stratiotes</i>

Tumbuhan kayu apu sering digunakan untuk mengolah limbah karena kemampuannya untuk menyerap unsur hara dari kolam dan pertumbuhan yang tinggi, tumbuhan kayu apu tidak memiliki nilai ekonomis serta sering dianggap

gulma (Budhi, 2003). Kayu apu (*Pistia stratiotes*) dengan famili *Araceae* yang tumbuh mengapung dipermukaan air dengan akar-akarnya yang menggantung terendam di bawah bagian daunnya yang mengambang. Jarak nodus 0,1-0,5 cm dan Lebar daunnya sekitar 5-14 cm sehingga susunan daun terdapat pada setiap rosetnya (Don, 2006).



**Gambar 2.1** Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*).

Kayu apu terdapat *fitokelatin* sehingga protein yang ada di atom belerang pada sistein berfungsi mereduksi logam berat yang masuk ke dalam tanaman, maka akan diklat dengan suatu protein dan disimpan sebagian ke daun. Tanaman ini umumnya tahan akan unsur hara yang sangat rendah di air akan tetapi respon terhadap kadar hara yang tinggi juga besar. Kayu apu mampu menyerap logam berat seperti Cd dan Pb, secara fisiologis tumbuhan ini memiliki kemampuan menyerap radioaktif sehingga digunakan untuk pencemar radioaktif di lingkungan karena kelebihanannya, tanaman kayu menyerap radioaktif di akarnya kemudian translokasi di dalam tumbuhan, Sehingga kayu apu digunakan untuk fitoremediasi (Diara, 2017).

Tanaman kayu apu dapat menurunkan parameter BOD dengan menyuplai oksigen sehingga bisa menguraikan bahan organik yang ada di dalam air limbah dengan fotosintesis. Penurunan nilai BOD dipengaruhi dengan tanaman yang menutupi permukaan air limbah, keadaan tanaman tersebut mengolah zat organik yang ada di air limbah. Oksigen yang terlarut dalam air limbah juga semakin besar

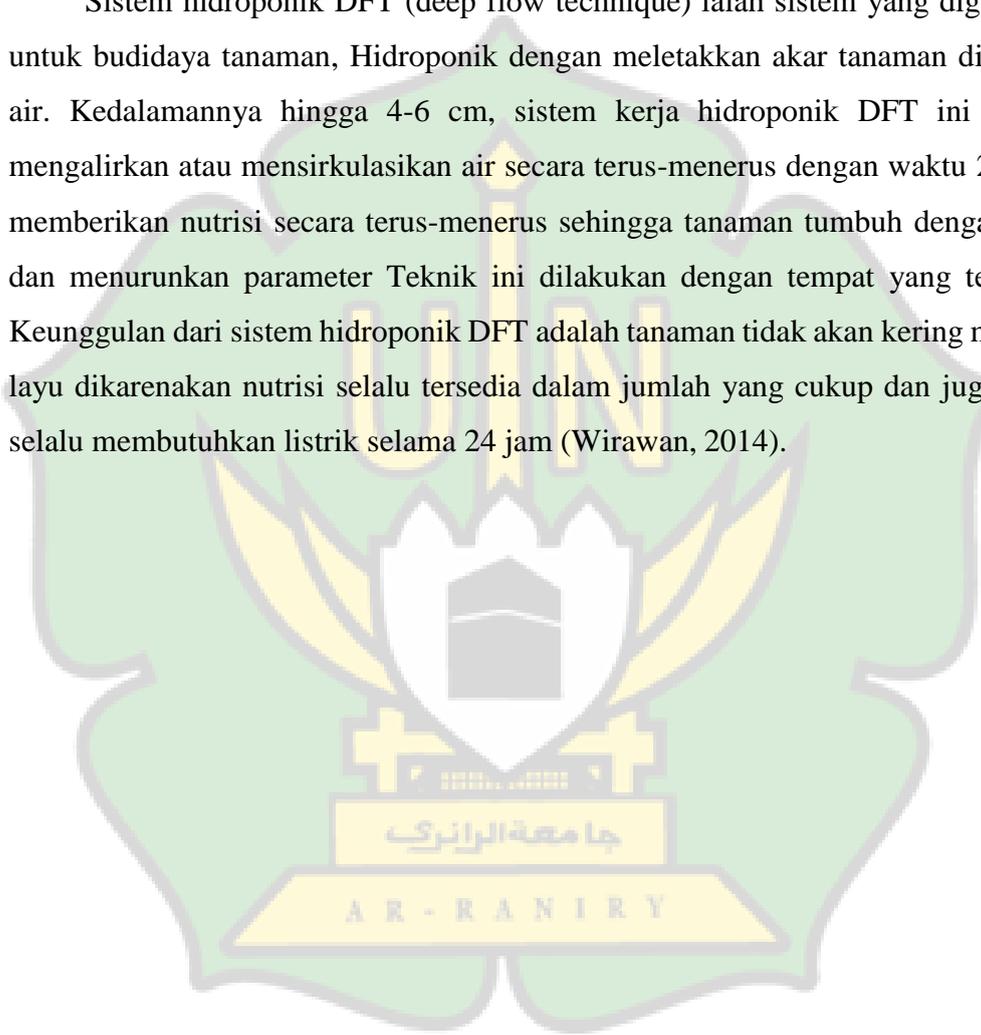
karena adanya penyuplai oksigen dari hasil fotosintesis, semakin banyak tanaman kayu apu maka semakin baik pengolahan limbah dan dapat menurunkan parameter BOD, Sedangkan untuk parameter COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik yang ada dalam air dengan cara kimiawi dengan diserapnya bahan organik melalui tanaman, ditandai dengan adanya daun yang membusuk dan rusak karena terendam didalam air sehingga bahan organik di air menjadi tinggi. Untuk parameter TSS dalam menurunkan parameter air limbah dengan penyerapan tanaman, dekomposisi bahan organik terlarut dengan mengendapnya hasil bahan dekomposisi bahan organik TSS berhubungan erat dengan kekeruhan air semakin tinggi nilai TSS maka semakin keruh air, hal ini menyebabkan oksigen terhalang masuk ke dalam air dan fotosintesis terganggu yang berdampak pada oksigen yang terlarut didalam air limbah (Fahrurrozi, 2010). Pada pH oksigen yang terlarut di dalam air kemudian dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk respirasi sehingga dihasilkan CO<sub>2</sub> karbon dioksida yang terlarut dalam air kemudian akan mengalami reaksi kesetimbangan dan menghasilkan ion OH<sup>-</sup> dan meningkatnya nilai pH, kemudian minyak dan lemak pada air limbah sangat berpengaruh masuknya oksigen ke dalam air sehingga menutupi permukaan air, hal ini sangat mempengaruhi mikroorganisme untuk mengurai limbah, maka kegunaan dari Tanaman untuk menyuplai oksigen sehingga mikroorganisme dapat mengurai minyak dan lemak pada air limbah, penambahan aerasi juga bisa digunakan untuk membantu dan mempercepat untuk penambahan oksigen pada air limbah (Wirawan, 2014).

## **2.5. Hidroponik**

Hidroponik adalah memberdayakan air. Kegunaan air sangat berpengaruh terhadap tumbuhnya tanaman dan berperan bagi fisiologi tanaman. Berbeda dengan cara menanam biasanya, pada umumnya menanam memerlukan tanah hidroponik media tanam bukan tanah akan tetapi air, arang sekam padi, batu apung dan pasir. Kelebihan Hidroponik juga banyak, antara lain tanaman ini, tidak membutuhkan tempat yang luas, lebih bersih dan lain-lain. Tanaman dapat ditanam dengan metode ini antara sayuran buah (contoh: terong, mentimun, tomat) (contoh: bayam, kangkung, selada) (Utama, 2006). Adapun keunggulan dari hidroponik

yaitu produk higienis dan bersih, dapat diatur kualitas panen, hemat tenaga kerja, periode tanaman lebih pendek, biaya yang murah dan tanaman mudah untuk diperbaharui tanpa tergantung kondisi musim dan lahan adapun kelemahan dari sistem hidroponik sangat dipengaruhi dengan konsentrasi pH, suhu, pupuk dan bakteri patogen (Masduki, 2017).

Sistem hidroponik DFT (deep flow technique) ialah sistem yang digunakan untuk budidaya tanaman, Hidroponik dengan meletakkan akar tanaman di dalam air. Kedalamannya hingga 4-6 cm, sistem kerja hidroponik DFT ini adalah mengalirkan atau mensirkulasikan air secara terus-menerus dengan waktu 24 jam, memberikan nutrisi secara terus-menerus sehingga tanaman tumbuh dengan baik dan menurunkan parameter Teknik ini dilakukan dengan tempat yang tertutup. Keunggulan dari sistem hidroponik DFT adalah tanaman tidak akan kering maupun layu dikarenakan nutrisi selalu tersedia dalam jumlah yang cukup dan juga tidak selalu membutuhkan listrik selama 24 jam (Wirawan, 2014).



## **BAB III**

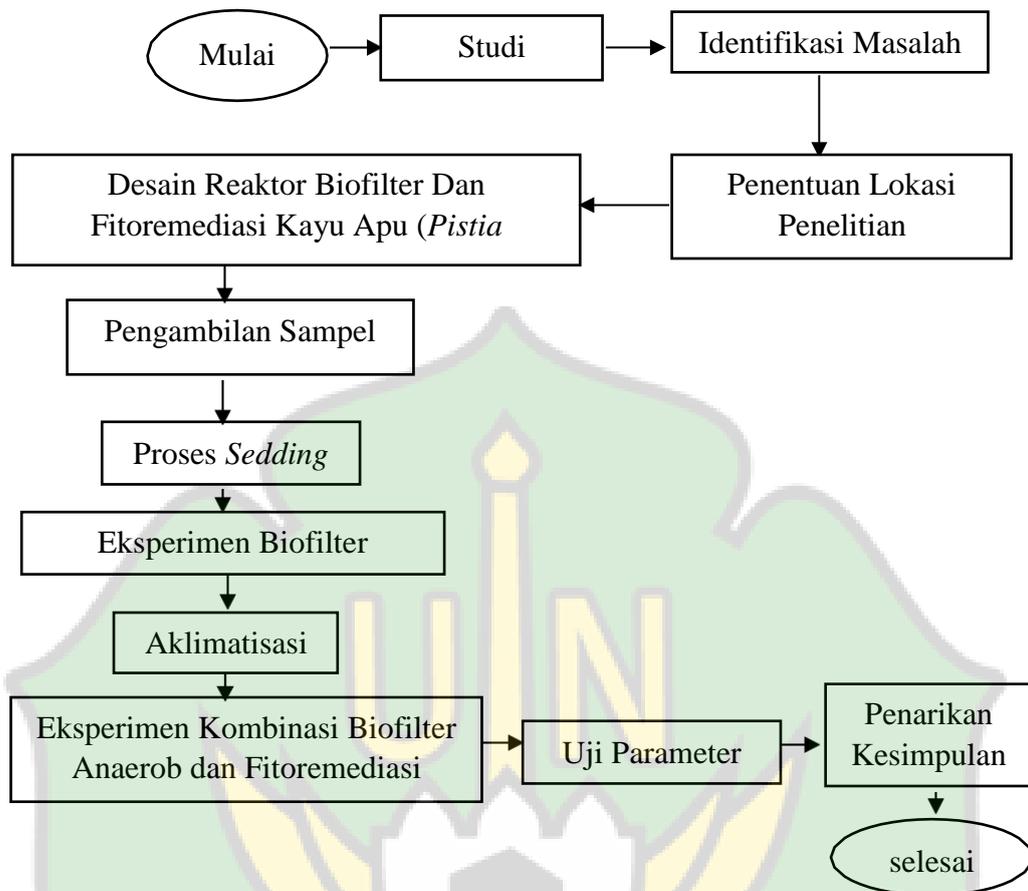
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tahapan Umum Penelitian**

Tahapan dan diagram alur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Tahapan penelitian secara umum dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

1. Tahapan studi pendahuluan berupa studi literatur.
2. Tahapan identifikasi masalah merupakan tahapan langkah awal yang berpotensi untuk diteliti dari suatu kejadian atau masalah yang akan diteliti.
3. Tahapan desain reaktor biofilter dan fitoremediasi kayu apu.
4. Tahapan pengambilan sampel limbah domestik.
5. Tahapan sedding dilakukan untuk pengembangbiakkan mikroorganismse hingga terbentuknya biofilm di media sarang tawon
6. Tahapan eksperimen biofilter anaerob, bertujuan mengurangi parameter BOD, COD, TSS, dan pH, sehingga menjadi ambang batas baku mutu.
7. Tahapan aklimatisasi tanaman bertujuan untuk penyesuaian diri tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) pada lingkungan barunya.
8. Tahapan eksperimen kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu. Tahapan kombinasi ini adalah tahapan kedua dari pengolahan limbah domestik *gray water* yang bertujuan untuk menyempurnakan pengolahan air limbah sehingga menjadi ambang batas baku mutu dan mencapai maksimal pengolahan air limbah domestik.
9. Tahapan pengujian parameter pH, BOD, COD, TSS, minyak dan lemak.
10. Tahapan Analisis data dilakukan apabila semua sampel telah di uji parameternya sehingga menjadi informasi dan bisa dipergunakan untuk penarikan kesimpulan.
11. Tahapan penarikan kesimpulan ini menjawab efektivitas antara kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu sehingga dapat menurunkan parameter air limbah domestik dan dapat mengolah air limbah domestic jenis *gray water* menjadi ambang batas baku mutu.

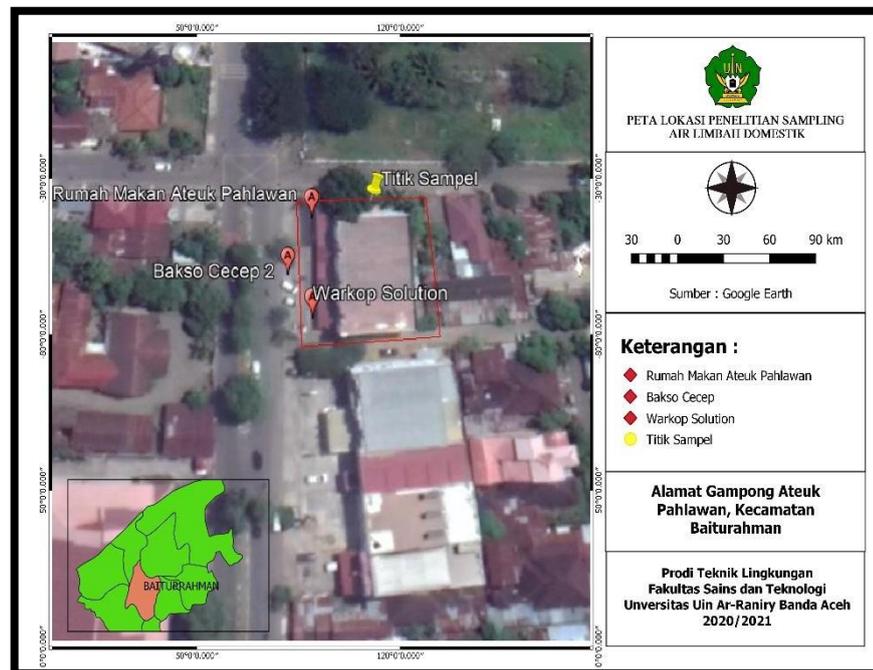


**Gambar 3.1** Diagram alur penelitian.

### 3.2. Lokasi Penelitian Sampel

#### 3.2.1. Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil pada penelitian ini adalah air limbah rumah makan yang berada di Gampong Ateuk Deah Tanoh, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh yang ditunjukkan di dalam Gambar 3.2. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry yang beralamat di Jalan Lingkar kampus UIN Ar-Raniry, Rukoh, Darussalam sebagai tempat pembuatan biofilter anaerob Sedangkan pembuatan hidroponik DFT fitoremediasi kayu apu dilakukan di Balai Penyuluhan Pertanian, Meuraxa, Lambeudeu. Untuk proses pengecekan parameter air limbah dilakukan di Dinas Kesehatan UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Dan Pengujian Alat Kesehatan, JL. Tgk. H. Mohd. Daud Beureuh Banda Aceh.



**Gambar 3.2** Informasi tepi peta lokasi pengambilan sampel.



**Gambar 3.3** Lokasi pengambilan sampel

### 3.2.2. Teknik Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *grab sampling* atau sesaat. Pengambilan dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan (SNI 6989.59:2008) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel limbah domestik diambil langsung dari tempat pembuangan akhir limbah rumah makan yang berada di Gampong Ateuk Deah Tanoh, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh. Waktu yang dilakukan pada pagi hari antara pukul 07.00 sampai 10.00 WIB. Pemilihan waktu tersebut dikarenakan intensitas

aktivitas mulai dari jam kerja masak, mencuci piring, pakaian dan air mandi bagi pekerja di toko tersebut.

2. Sampel diambil dengan menggunakan gayung bertangkai dan dimasukkan ke dalam wadah atau drum dengan kapasitas 60 liter dengan ketentuan sesuai (SNI 6989.59:2008) sebagai berikut: (a). Bahan terbuat dari yang tidak mempengaruhi sifat, (b). Bahan mudah dicuci dari bekas sebelumnya (c). Gampang dipisahkan kedalam botol penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya (d). Nyaman dan mudah untuk dibawa (e). Muatan tergantung dari tujuan penelitian.

a) Pengambilan Sampel	b) Wadah Sampel (Jerigen)
	

### 3.3. Desain Biofilter Anaerob dan Fitoremediasi Kayu Apu

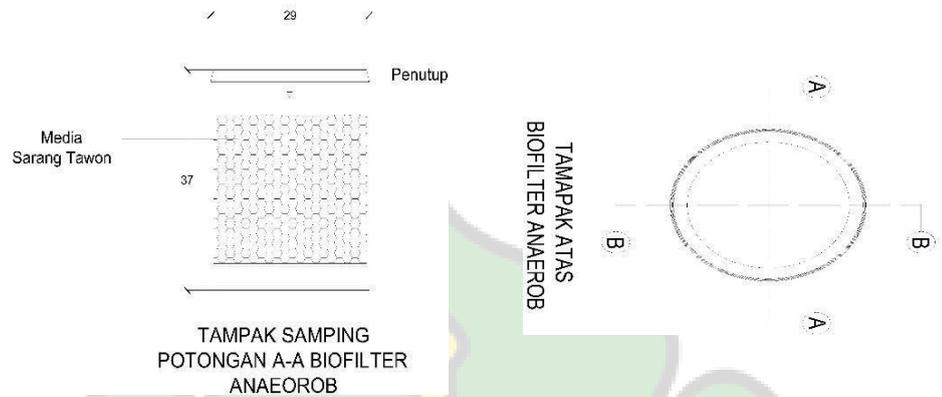
#### 3.3.1. Alat dan Bahan dalam penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.1. Media yang digunakan adalah media sarang tawon. Media sarang tawon digunakan untuk menyerap senyawa organik atau mengolah air limbah domestik yang melewati media sarang tawon, dan tumbuhan kayu apu. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipa PVC (Poly vinyl chlorida), Drum plastik dan Hidroponik sistem DFT (Said, 2005 dan Wirawan, 2014). Spesifikasi dan kegunaan alat dan bahan ditunjukkan pada Tabel 3.1

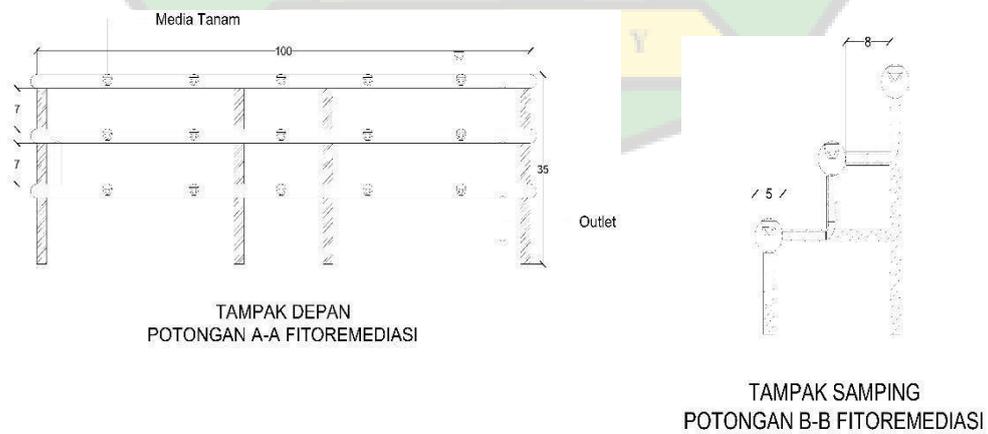
**Tabel 3.1** Bahan Desain Biofilter dan Fitoremediasi Kayu Apu.

No	Bahan	Tipe	Spesifikasi	Kegunaan
1	Drum	Plastik	Tinggi 42,8 cm	Menampung dan mengolah limbah
			Diameter 51cm, dan daya tampung 60 liter	
2	Media sarang tawon, <i>cross flow</i>	PVC	Panjang 30 cm	Pengurai limbah domestik
			Lebar 25 cm	
			Tinggi 30 cm	
3	Pipa	PVC	1 1/2 inc	Menyalurkan air limbah
			Panjang 50 cm	
4	Hidroponik	PVC	Panjang 100 cm diameter 5 cm jarak tanam 8 cm	Pengolahan limbah cair domestik
5	Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> )	Tumbuhan air	Panjang 2-10 cm Lebar 5-14 cm	Pengurai limbah domestik

### 3.4.2. Prototipe Biofilter Anaerob dan Fitoremediasi Kayu Apu



**Gambar 3.4.** Biofilter Anaerob Menggunakan Media Sarang Tawon





**Gambar 3.5** Fitoremediasi Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Menggunakan Hidroponik DFT.

### 3.4. Eksperimen Biofilter Anaerob

#### 3.4.1. Bahan

Bahan eksperimen biofilter anaerob yang digunakan dalam pengolahan air limbah domestik ditunjukkan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Bahan Eksperimen Biofilter Anaerob

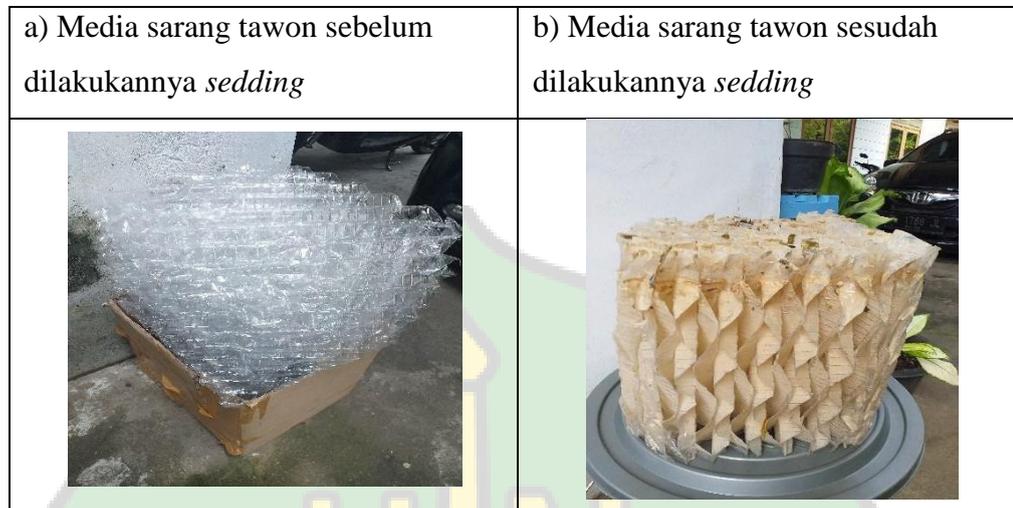
Bahan	Tipe	Spesifikasi	Kegunaan
Drum	Plastik	Tinggi 42,8 cm	Menampung dan mengolah limbah
		Diameter 51 cm, dan daya tampung 60 liter	
Media sarang tawon, (Said, 2005)	PVC	Panjang 30 cm	Pengurai limbah domestik
		Lebar 25 cm	
		Tinggi 30 cm	

#### 3.4.2. Prosedur Eksperimen

Eksperimen biofilter anaerob dalam pengolahan air limbah domestik ini dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Proses *sedding* dilakukan untuk menumbuhkan bakteri selama 2 minggu hingga terbentuknya lapisan *biofilm* pada media sarang tawon ditandai dengan adanya

lendir di media sarang tawon. Adanya mikroorganismenya bisa beradaptasi di lingkungan awal dan menepati media sarang tawon (Filliazati, 2013)



2. Air limbah domestik dimasukkan ke dalam bak penampung sebanyak 60 liter (*inlet*) dengan tinggi 42,8 cm dan diameter bawah 51 cm dengan daya tampung 60 liter.
3. Air limbah dimasukkan ke bak pengolahan anaerobik. menggunakan media sarang tawon, Agar proses tetap berlangsung secara anaerobik digunakan penutup drum dan dilakban agar udara tidak masuk.
4. Sampel hasil pengolahan diambil melalui keran. Pengambilan sampel dilakukan setiap 24 jam dalam 5 hari untuk dilihat efektivitas dari pengolahan anaerobik (Said, 2005).

### 3.5. Eksperimen Kombinasi Biofilter dan Fitoremediasi Kayu Apu

#### 3.5.1. Bahan

Bahan kombinasi eksperimen biofilter anaerob dan fitoremediasi yang digunakan dalam pengolahan air limbah domestik ditunjukkan pada Tabel 3.3. Tanaman kayu apu yang memiliki bentuk fisik dengan diameter rata-rata 4-5 cm. Jumlah kayu apu yang disebar di talang hidroponik sebanyak 15 tanaman. Akar tanaman kayu apu nantinya dibiarkan menggantung dan tercelup dalam air limbah domestik (Don, 2006 dan Putra, 2018).

**Tabel 3.3** Bahan Kombinasi Eksperimen Biofilter Anaerob dan Fitoremediasi

Bahan	Tipe	Spesifikasi	Kegunaan
Drum	Plastik	Tinggi 51 cm	Menampung Limbah
		Diameter 42,8 cm, dan daya tampung 60 liter	
Media sarang tawon	PVC	Panjang 30 cm	Pengurai limbah domestik
		Lebar 25 cm	
		Tinggi 30 cm	
Pipa	PVC	1 1/2 inc	Menyalurkan air limbah
		Panjang 50 cm	
Hidroponik	PVC	Panjang 100 cm diameter 5 cm jarak tanam 8 cm	Pengolahan limbah cair domestik
Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> )	Tumbuhan air	Panjang 2-10 cm Lebar 5-14 cm	Pengurai limbah domestik

### 3.5.2. Prosedur Eksperimen

Eksperimen kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam pengolahan air limbah domestik ini dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukannya eksperimen biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu dilakukan terlebih dahulu tahapan aklimatisasi terhadap tumbuhan kayu apu supaya tanaman kayu apu bisa menyesuaikan diri terhadap lingkungan baru selama 7 hari Tumbuhan kayu apu dipilih dalam keadaan yang tidak mati dan layu serta ukurannya (Gheovani dkk., 2017)

a) Pemilihan tanaman kayu apu sesuai ukuran yang telah ditetapkan	b) Proses Aklimatisasi
	

2. Air limbah domestik yang telah diolah dalam reaktor biofilter dimasukkan ke dalam rangkaian hidroponik.
3. Tanaman dimasukkan ke dalam rangkaian hidroponik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.
4. Air hasil pengolahan biofilter dialirkan ke dalam alat hidroponik dengan sistem DFT melalui saluran penghubung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3, Air limbah yang masuk ke bak penampung akhir dari pengolahan anaerobik nantinya akan dipompa menggunakan pompa (Aquaman pompa celup power) ke bagian paling atas hingga secara otomatis mengikuti arah sampai ke bawah, kemudian dialirkan kembali secara terus-menerus (Wirawan, 2014).
5. Cuplikan air limbah hasil pengolahan diambil setiap 24 jam sebanyak 600 mL. Pengolahan dilakukan selama 5 hari (Said, 2005 dan Wirawan, 2014).

### 3.6. Pengukuran Parameter Air Limbah

Pada penelitian ini akan diukur parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan pH. Pengukuran BOD diukur untuk mengetahui jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroba sebagai respon masuknya bahan organik yang dapat diurai. Pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) diukur menggunakan metode winkler (Artima, 2015). Jika alat tidak tersedia maka sampel air limbah harus dibawa ke

Laboratorium dengan wadah penyimpanan Botol plastik yang bersih berisi 1000 ml dengan diawetkan selama maksimum 2 hari (SNI No.6989.59:2008). Bahan dan Pengujian ditunjukkan dalam lampiran I dan Lampiran II.

Pengukuran COD diukur untuk mengetahui jumlah total bahan organik yang ada dengan menggunakan cara spektrofotometri (Artima, 2015). jika alat tidak tersedia maka sampel air limbah harus dibawa ke Laboratorium dengan wadah penyimpanan Botol plastik yang bersih berisi 100 ml dengan diawetkan dengan tambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai pH < 2 dan dinginkan selama maksimum 7 hari (SNI No.6989.59:2008). Bahan dan Pengujian ditunjukkan dalam lampiran I dan Lampiran II. Pengukuran TSS Dengan pengukuran Secara Gravimetri (SNI 06-6989.3-2004). Bahan dan Pengujian ditunjukkan dalam lampiran I dan Lampiran II.

Nilai pH diukur untuk mengetahui asam basa di dalam perairan, diukur langsung menggunakan pH meter dan segera dianalisa maximum 2 jam (SNI No.6989.59:2008). Bahan dan Pengujian ditunjukkan dalam lampiran I dan Lampiran II. Cara pengukuran pH dijelaskan sesuai (SNI 06-6898.11-2004) sebagai berikut:

- a. Elektroda dikeringkan dengan kertas tisu, selanjutnya dibilas, dengan air suling.
- b. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
- c. Elektroda dicelupkan ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- d. Hasil dari pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan dari pH meter.

Pengukuran minyak dan lemak dilakukan di laboratorium, ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai pH>2 didinginkan maximum 28 hari untuk diuji di laboratorium, Uji minyak dan lemak dilakukan secara Gravimetri (SNI No.6989.59:2008). Bahan dan Pengujian ditunjukkan dalam lampiran I dan Lampiran II.

### 3.7. Analisis Data

Dalam menentukan parameter BOD dihitung dengan Persamaan 1.

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \sum_{n=1}^{p-1} \left( \frac{B_1 - B_2}{V_B} \right) VC}{p} \quad (1)$$

dengan BOD<sub>5</sub> adalah nilai BOD<sub>5</sub> contoh uji (mg/ L), A1 adalah kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/ L), A2 adalah kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi (5 hari) (mg/L), B1 kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L), B2 kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi (5 hari) (mg/L), VB volume suspensi mikroba (mL) dalam botol DO blanko, Vc volume suspensi mikroba dalam botol contoh uji (ml), dan P adalah perbandingan volume contoh uji (V<sub>1</sub>) per volume total (V<sub>2</sub>).

Untuk menghitung parameter TSS maka dilakukan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}} \quad (2)$$

A adalah berat kertas saring + residu kering (mg), dan B adalah berat kertas saring, (mg).

Untuk menghitung parameter minyak dan lemak maka dilakukan persamaan sebagai berikut:

Untuk menghitung parameter COD maka dilakukan persamaan sebagai berikut:

$$\text{COD mg/L} = \frac{(A-B) \times M \ 8000}{\text{ml contoh uji}} \quad (3)$$

A adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (mL), B adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh uji (mL), dan M adalah molaritas larutan FAS dan 8000 adalah berat miliequivalent oksigen x 1000 mL/L. pH dari sampel air limbah akan dibaca menggunakan alat pengukur pH meter. Cara pengukuran pH dijelaskan sesuai (SNI 06-6898.11-2004) sebagai berikut:

- a. Elektroda dikeringkan dengan kertas tisu, selanjutnya dibilas, dengan air suling.
- b. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
- c. Elektroda dicelupkan ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- d. Hasil dari pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan dari pH meter.

Pengukuran dari efektivitas *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), pH dilakukan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(A_0 - A_n)}{A_0} \cdot 100\% \quad (4)$$

$A_0$  adalah kadar pencemar sebelum dilakukan pengolahan, dan  $A_n$  adalah kadar pencemar setelah dilakukan pengolahan. Dari persamaan ini maka didapatkan efektivitas parameter uji air sehingga pengujian dapat dibandingkan dengan kadar pencemar sebelum dilakukan pengolahan dan setelah dilakukannya pengolahan (Eryanto, 2013).

Untuk persamaan laju degradasi dihitung hari selisih antara hari sebelumnya dengan persamaan sebagai berikut:

$$(N-1) - N \quad (5)$$

$N-1$  adalah nilai sebelumnya,  $N$  nilai degradasi.

Berdasarkan data yang diperoleh penentuan pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan pH, dilakukan dengan pengukuran skala Laboratorium Kemudian beberapa parameter untuk penentuan nilai uji kualitas dilakukan persamaan sebagai berikut:

Analisis regresi ditunjukkan untuk mengetahui sebab akibat antara variabel terikat dengan variabel yang bebas, di dalam analisis ini selain mengukur arah hubungan antara variabel terikat dan bebas juga mengukur kekuatan hubungan, jika variabel bebas terdiri dari 1 maka regresi sederhana yang digunakan, dan jika variabel input lebih dari 1, maka regresi ganda yang digunakan (Dairi, 2008). Persamaan regresi sederhana dinotasikan sebagai berikut:

$$Y = a + b X, \quad (6)$$

dengan  $Y$  adalah variabel respon,  $a$  adalah konstanta dan  $b$  adalah parameter regresi.

Analisis Korelasi (pearson correlations) adalah metode uji statistik untuk menguji dengan tentang adanya hubungan antara variabel yang lainnya. Uji ini juga dimaksud untuk melihat antara dari dua hasil pengukuran atau dua variabel yang diteliti, sehingga didapatkan hubungan antara variabel  $X$  dan  $Y$  (Jainuddin, 2016).

Ada 2 keputusan pengambilan dalam analisis korelasi:

1. Berdasarkan nilai signifikan, Jika nilai signifikan  $< 0,05$  maka terdapat korelasi, sebaliknya jika nilai signifikan  $> 0,05$  maka tidak terdapat korelasi.
2. Berdasarkan tanda tangan (\*\*), jika terdapat tanda tangan bintang pada *pearson*

*Correlation* maka antara variabel yang dianalisis terjadi korelasi, Sebaliknya jika terdapat tanda tangan bintang pada *pearson correlation* maka antara variabel yang dianalisis tidak terjadi korelasi. Selain menggunakan spss untuk menentukan nilai korelasi juga dapat diukur dengan persamaan sebagai berikut

$$r_{xy} = \frac{xy}{x^2(y^2)} \quad (7)$$

Dimana  $r_{xy}$  Adalah koefisien korelasi,  $x$  adalah jumlah data  $x$  dan  $y$  adalah jumlah data  $y$ .



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Eksperimen

Hasil pengukuran sampel air limbah domestik dengan parameter BOD, COD, TSS dan pH dapat dilihat pada Tabel 4.1 sedangkan efektivitas persentase setelah dilakukannya pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.2. Air limbah yang akan diolah dari Gampong Ateuk Pahlawan, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh, masih memenuhi baku mutu dengan nilai 6,85 untuk pH. Sementara itu, untuk parameter BOD, COD, TSS sudah melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Hasil analisis terhadap air limbah rumah makan yang diolah memiliki kandungan BOD sebesar 68,0 mg/l, COD sebesar 120,0 mg/l dan TSS sebesar 184 mg/l.

**Tabel 4.1** Hasil analisis parameter BOD, COD, TSS dan pH. \*(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik).

Tahapan perlakuan	Waktu (hari)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	pH
Pengujian awal	0	68,0	120,0	184	6,85
Biofilter	1	57,9	112,0	182	6,82
	2	49,0	104,0	181	6,78
	3	22,2	64,0	106	6,78
	4	20,0	48,0	101	7,38
	5	18,0	45,0	97	7,78
Fitoremediasi	6	15,2	29,2	75	7,48
	7	14,0	25,6	50	7,38
	8	13,5	25,0	40	7,38
	9	12,0	23,0	39	6,92
	10	10,0	16,0	23	7,42
Standar Baku Mutu*		30	100,0	30	6-9

**Tabel 4.2** Efektivitas Parameter BOD, COD, TSS dan pH (\*efektifitas degradasi kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi (EDKBF), \*efektivitas degradasi fitoremediasi (EDF))

Waktu (hari)	BOD (mg/l)			COD (mg/l)			TSS (mg/l)			pH
	EDKBF (%)	Laju degradasi (mg/liter.hari)	EDF (%)	EDKBF%	Laju degradasi (mg/liter.hari)	EDF(%)	EDKBF (%)	Laju degradasi (mg/liter.hari)	EDF%	
0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,85
1	14,9	10,1	-	6,7	8,0	-	1,1	2,0	-	6,82
2	27,9	8,9	-	13,3	8,0	-	1,6	1,0	-	6,78
3	67,4	26,8	-	46,7	40,0	-	42,4	75,0	-	6,78
4	70,6	2,2	-	60,0	16,0	-	45,1	5,0	-	7,38
5	73,5	2,0	-	62,5	3,0	-	47,3	4,0	-	7,78
6	77,6	2,8	15,6	75,7	15,8	35,1	59,2	22,0	22,7	7,48
7	79,4	1,2	22,2	78,7	3,6	43,1	72,8	25,0	48,5	7,38
8	80	0,5	25,0	79,2	0,6	44,4	78,3	10,0	58,8	7,38
9	82,4	1,5	33,3	80,8	2,0	48,9	78,8	1,0	59,8	6,92
10	85,3	2,0	44,4	86,7	7,0	64,4	87,5	16,0	76,3	7,42

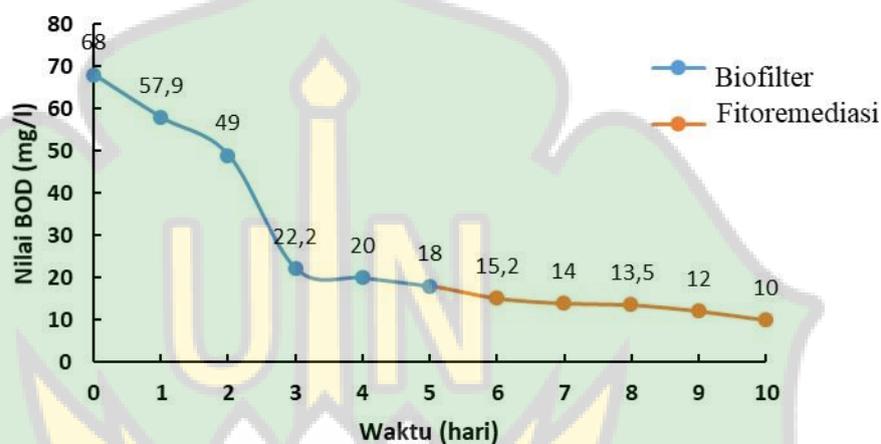
## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1 Pengolahan menggunakan Biofilter Anaerob

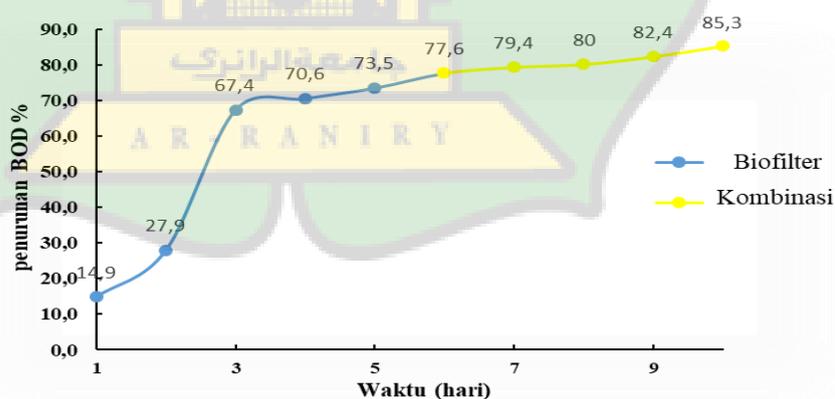
Berdasarkan hasil eksperimen pengolahan biofilter anaerob yang telah dilakukan, nilai kandungan BOD dari hari ke-0 sampai dengan ke-5 ditunjukkan pada Gambar 4.1. Gambar berupa grafik penurunan nilai BOD biofilter anaerob terhadap waktu (hari). Berdasarkan Gambar 4.1, nilai BOD terus menurun dari hari ke-0 hingga ke-5, yaitu dari 68 ke 18 mg/L. Hasil analisis regresi linier sederhana antara waktu pengolahan dan parameter BOD menunjukkan bahwa adanya pengaruh waktu pengolahan terhadap perubahan BOD ( $0.003 < \text{probabilitas } 0,005$ ). Adanya pengaruh parameter BOD terhadap waktu diakibatkan pertumbuhan bakteri berada di fase logaritmik/eksponensial dimana periode pertumbuhan terbilang cepat setiap sel populasi membelah dua (Filiazati, 2013)

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1, penurunan hari ke-3 hingga ke-5 terjadi relatif landai dibandingkan dengan penurunan pada hari-hari sebelumnya. Sementara itu, pada hari ke-3 nilai BOD telah memenuhi syarat baku mutu. Gambar 4.2 menunjukkan grafik persentase penurunan BOD terhadap waktu (hari) dari hari ke-0 hingga ke-5 yang mengalami kenaikan dari 14,5% sampai dengan 73,5%, Sementara itu kenaikan paling signifikan terjadi pada hari ke-3 dengan nilai sebanyak 67,4% sebelum secara kualitatif penurunan tidak lagi terjadi dengan signifikan. Gambar 4.3 menunjukkan laju degradasi penurunan BOD terhadap waktu (hari). Penurunan dari hari ke-0 hingga hari ke-5 didapatkan nilai laju degradasi 10,1 (mg/L/hari) hingga 2,0 (mg/L/hari). Laju degradasi paling besar terjadi pada hari ke-3 dengan nilai sebanyak 26,8 (mg/L/hari). Hal ini disebabkan media biofilter sarang tawon sebagai tempat berkembang biak dan tumbuhnya bakteri. Koloni bakteri tersebut melapisi media sarang tawon dalam bentuk lapisan lendir yang menyelimuti media atau disebut juga dengan *biofilm (biological film)*. Kemampuan degradasi dipengaruhi oleh faktor luas permukaan kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang menempel pada media filter (sarang tawon). Secara teoritis, semakin tinggi luas permukaan kontakannya, maka semakin banyak jumlah mikroorganisme yang melekat pada media filter sarang tawon (Herlambang, 2002).

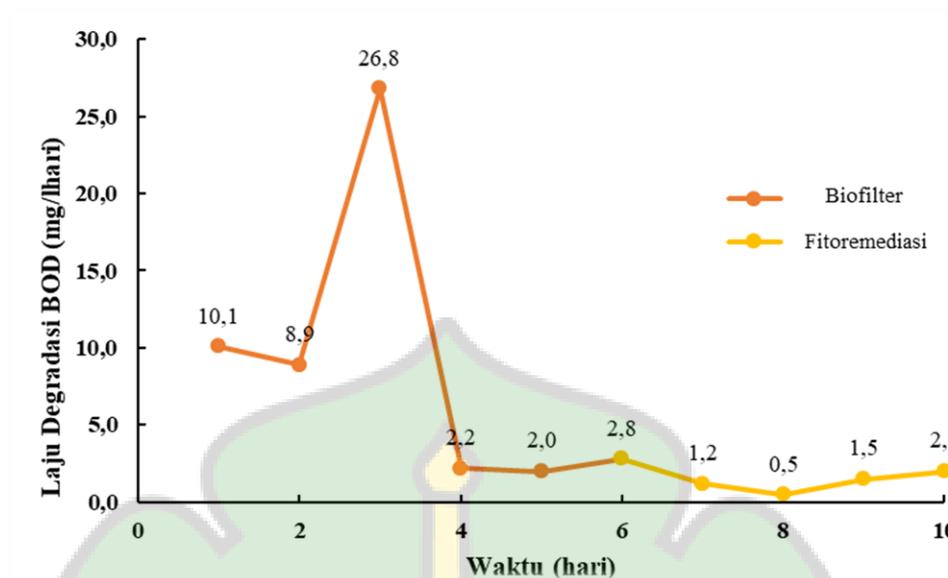
Adanya bakteri anaerobik menggunakan organisme yang mampu hidup dimana oksigen tidak ada, dan proses ini disebut dengan proses *fermentasi* metan. Hasil fermentasi metan oleh bakteri anaerobik, zat organik sehingga dapat menurunkan parameter BOD dan COD, disini terjadinya pembusukan/dekomposisi ke dalam metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) (Timpua dan Pianaung, 2019). Investigasi lanjutan diperlukan untuk mengidentifikasi jenis bakteri yang bekerja dalam limbah organik.



**Gambar 4.1** Grafik Penurunan BOD terhadap waktu (hari) dalam pengolahan biofilter dan fitoremediasi. Data hasil pengolahan biofilter ditunjukkan dengan warna biru dan pengolahan dengan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna jingga.



**Gambar 4.2** Grafik persentase penurunan BOD terhadap waktu (hari). Pengolahan biofilter anaerob ditunjukkan dengan warna biru dan pengolahan dengan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna kuning.

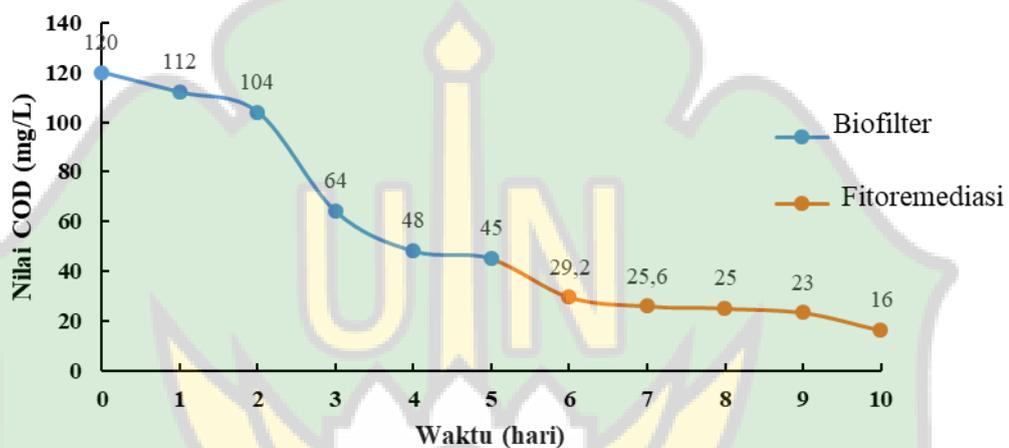


**Gambar 4.3** Grafik laju degradasi penurunan BOD terhadap waktu (hari). Data hasil pengolahan biofilter ditunjukkan dengan warna kuning dan pengolahan dengan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna jingga.

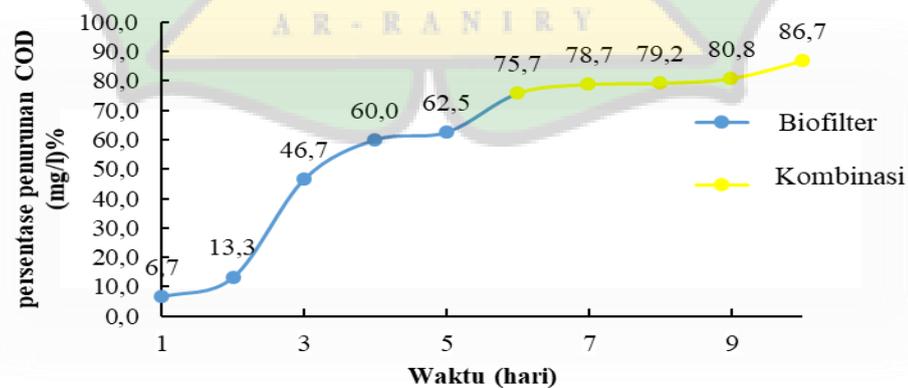
*Parameter COD.* Gambar 4.4 menunjukkan hasil analisis perubahan parameter COD terhadap waktu dari hari pengolahan ke-0 sampai ke-5 dengan menggunakan pengolahan biofilter anaerob. Dari Gambar 4.4, nilai COD terus mengalami penurunan dari hari ke-0 hingga ke-5 dengan nilai sebanyak 120 mg/l sampai dengan 45 mg/l. Serupa dengan model perubahan BOD, pada hari ke-3 hingga hari ke-5 degradasi berjalan dengan lebih lambat dibandingkan dengan hari-hari sebelumnya. Nilai COD telah memenuhi syarat baku mutu pada hari ke-3 dengan nilai sebesar 64 mg/l. Penurunan tersebut dikarenakan media sarang tawon sudah di lapisi biofilm yang ditandai dengan lendir pada media sarang tawon, sehingga tumbuhnya mikroorganisme, hal ini menyatakan bahwa aktivitas mikroorganisme sudah mendegradasi senyawa organik dalam air limbah rumah makan (Fitri, 2016).

Pada Gambar 4.5, persentase penurunan COD terhadap waktu (hari) dari hari ke-1 hingga ke-5 terus naik dari 6,7% sampai dengan 62,5%. Sementara itu, kenaikan paling signifikan terjadi pada hari ke-3 dengan nilai sebanyak 46,7% dan seterusnya berjalan landai. Gambar 4.6 menunjukkan grafik laju degradasi penurunan COD terhadap waktu (hari). Penurunan dari hari ke-0 hingga hari ke-5

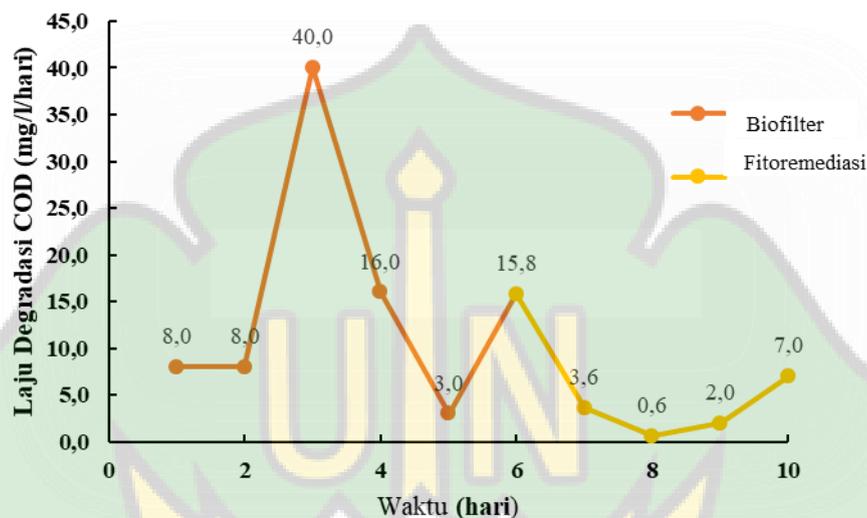
didapatkan nilai persentase laju degradasi 8,0 (mg/L/hari) hingga 3,0 (mg/L/hari) penurunan laju degradasi paling efektif terjadi pada hari ke-3 dengan nilai sebanyak 40,0 (mg/L/hari). Hasil analisis regresi linier sederhana menunjukkan adanya pengaruh waktu terhadap penurunan nilai COD ( $0.002 < \text{probabilitas } 0,005$ ). Adanya pengaruh dari waktu (hari) terhadap parameter COD diakibatkan bakteri memasuki fase eksponensial dimana pertumbuhan bakteri sangat cepat dan mampu menurunkan senyawa organik dalam air limbah rumah makan (Filiazati, 2013).



**Gambar 4.4** Grafik Penurunan COD terhadap waktu (hari). Data hasil pengolahan biofilter ditunjukkan dengan warna biru dan pengolahan dengan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna jingga.



**Gambar 4.5** Grafik persentase pengurangan nilai COD terhadap waktu (hari) dalam pengolahan biofilter anaerob ditunjukkan dengan warna biru dan pengolahan dengan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna kuning.

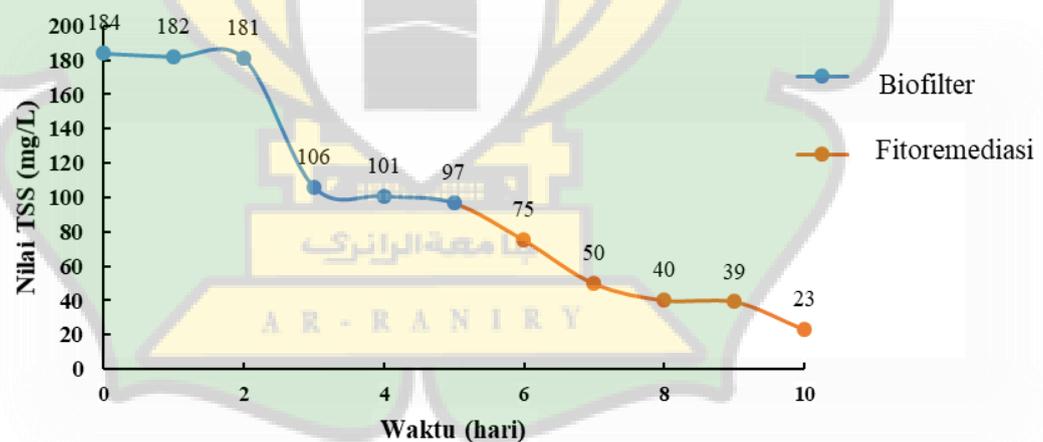


**Gambar 4.6** Grafik laju degradasi pengurangan nilai COD terhadap waktu (hari). Data hasil pengolahan biofilter ditunjukkan dengan warna Kuning dan pengolahan dengan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna jingga

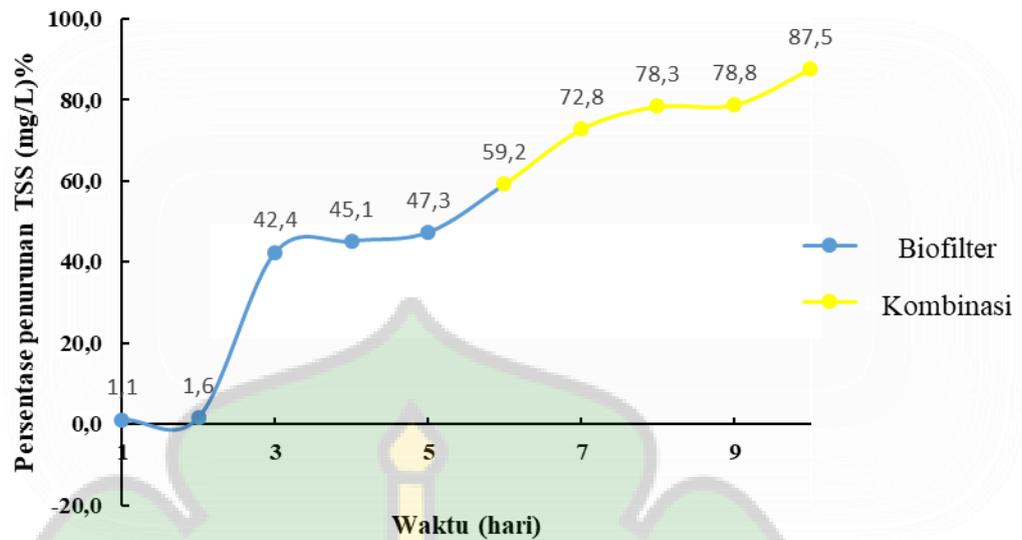
*Parameter TSS.* Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, didapatkan hasil kandungan TSS dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-5 dengan menggunakan pengolahan biofilter anaerob. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7, yang berupa grafik penurunan TSS biofilter anaerob terhadap waktu (hari). Berdasarkan gambar tersebut, penurunan TSS terus menurun dari hari ke-0 hingga ke-5 dengan nilai sebanyak 184 mg/L sampai dengan 97 mg/L. Pada penurunan hari ke-3 hingga hari ke-5 penurunan berjalan landai. Sementara itu, penurunan yang paling signifikan untuk parameter TSS yaitu pada hari ke-5 senilai 97 mg/L. Sedangkan baku mutu yang ditetapkan senilai 30 mg/L maka dari itu perlunya pengolahan lanjutan terhadap limbah rumah makan yang diberikan perlakuan. Adanya penurunan terhadap kandungan TSS disebabkan adanya proses

hidrolisis yang dimana terdapat bakteri sapofilik yang mampu mengurai bahan organik yang nantinya bahan organik didalam air tersebut yang tidak larut akan dikonsumsi oleh bakteri sapofilik sehingga enzim ekstraseluler akan mengubahnya menjadi bahan organik terlarut (Said, 2005).

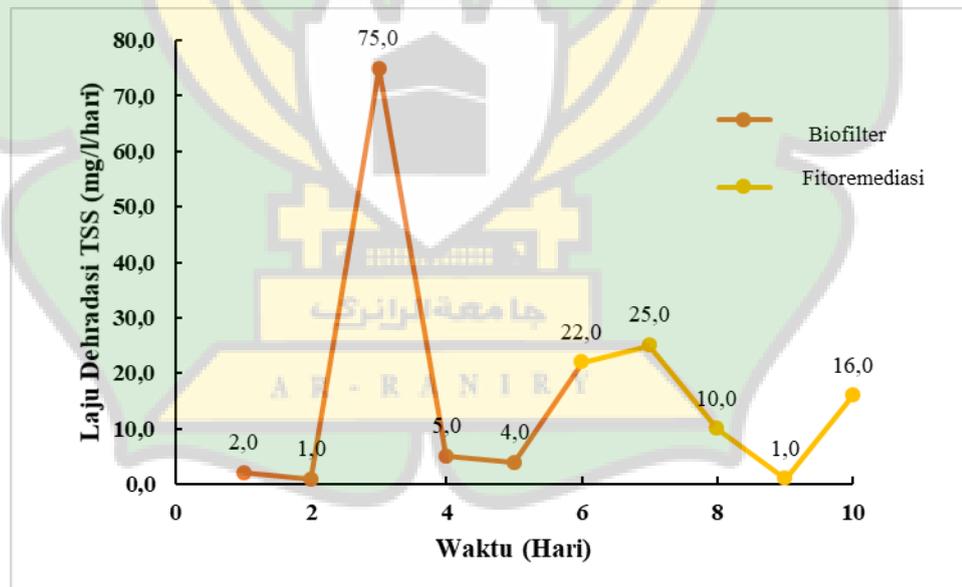
Gambar 4.8 memuat grafik persentase penurunan TSS terhadap waktu (hari). Dari hari ke-0 hingga ke-5, persentase pengurangan TSS terus naik dari 1,1% sampai dengan 47,3%. Sementara itu, pada hari ke-3 hingga ke-5 seterusnya berjalan landai. Gambar 4.9 menunjukkan grafik laju degradasi TSS terhadap waktu (hari). Penurunan dari hari ke-0 hingga hari ke-5 didapatkan nilai laju degradasi 2,0 (mg/L/hari) hingga 4,0 (mg/L/hari) penurunan laju degradasi paling efektif terjadi pada hari ke-3 dengan nilai sebanyak 75,0 (mg/L/hari). Hasil analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh waktu terhadap penurunan TSS ( $0.013 > \text{probabilitas } 0,005$ ). Hal ini disebabkan bakteri berada di fase lag dimana bakteri masih melakukan penyesuaian terhadap lingkungan awalnya (Filiazati, 2013).



**Gambar 4.7** Grafik penurunan TSS terhadap waktu (hari). Data hasil pengolahan biofilter ditunjukkan dengan warna biru dan pengolahan dengan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna jingga



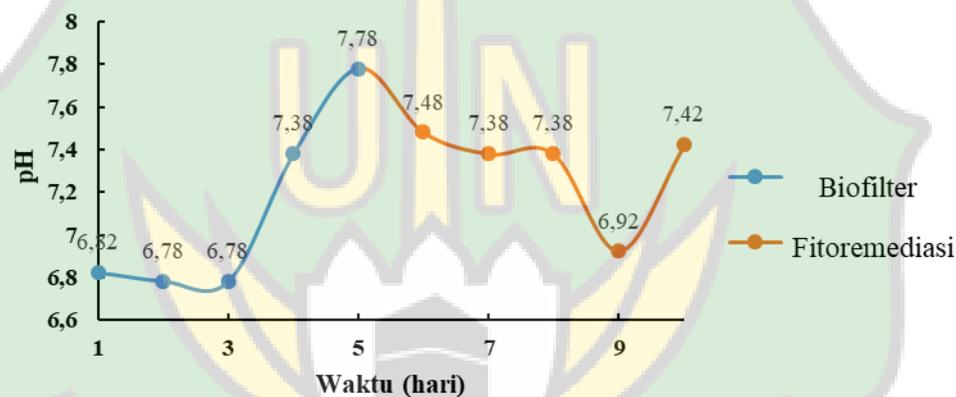
**Gambar 4.8** Grafik persentase penurunan TSS terhadap waktu (hari). Hasil pengolahan biofilter anaerob ditunjukkan dengan warna biru dan pengolahan dengan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna kuning.



**Gambar 4.9** Grafik laju degradasi penurunan TSS terhadap waktu (hari). Data hasil pengolahan biofilter ditunjukkan dengan warna Kuning dan pengolahan dengan fitoremediasi ditunjukkan dengan warna jingga.

*Parameter pH.* Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan untuk pengukuran parameter pH, didapatkan hasil dari hari ke-0 sampai hari ke-5 dengan

menggunakan pengolahan biofilter anaerob yang dapat dilihat pada Gambar 4.10. Berdasarkan gambar tersebut, nilai pH pada hari ke-0 sebelum dilakukannya pengolahan sebesar 6,85. Nilai ini masih memenuhi standar baku mutu untuk air limbah domestik. Sementara itu, penelitian yang telah dilakukan pada hari ke-1 hingga hari ke-5 nilai parameter pH masih memenuhi baku mutu. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.10. Penurunan parameter pH dan netralnya kandungan pH di dalam air limbah tersebut dikarenakan pengolahan menggunakan biofilter anaerobik berlangsung dengan baik pada pH lingkungan yang telah ditetapkan mendekati netral yaitu dengan nilai 6-9.



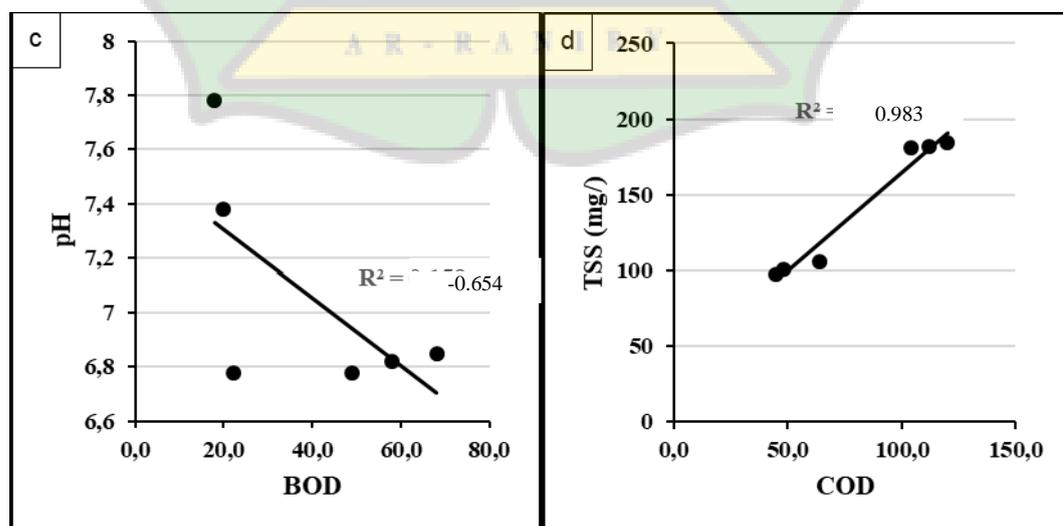
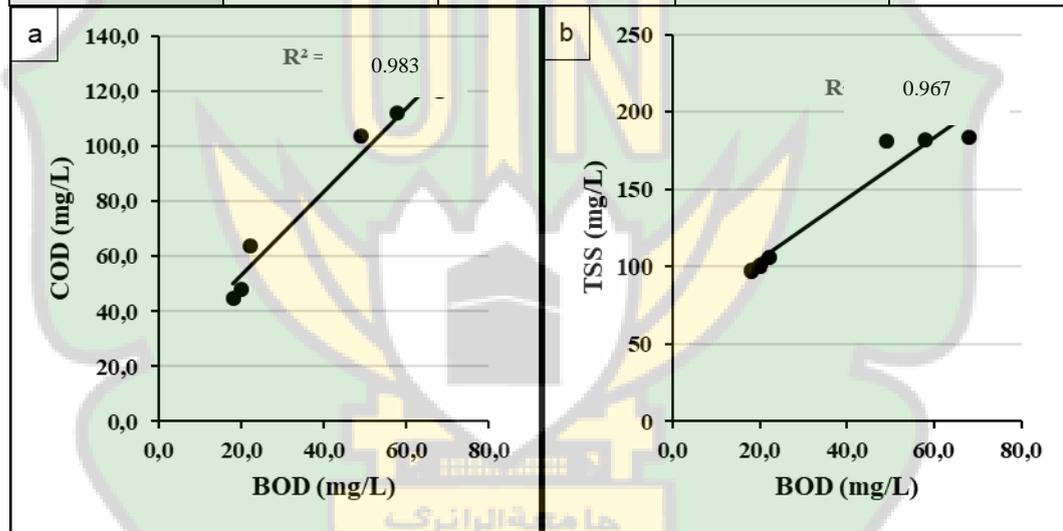
**Gambar 4.10** Grafik penurunan ph terhadap waktu (hari)

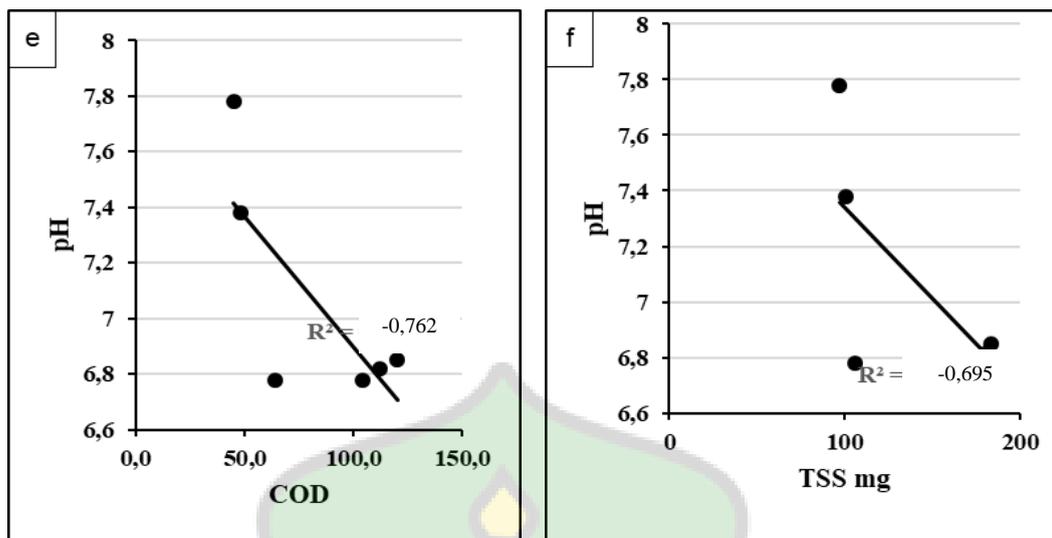
Proses nilai pH diakibatkan karena adanya aktivitas *metanogenik* (Anwar, 2020). Ada tiga tahap pembentukan biogas yaitu metanogen, hidrolisis dan asidogenik. Pada tahapan asidogenik adanya bakteri yang hidup pada rentang pH 7-9 sehingga mampu menetralkan pH. Sementara itu, bakteri metanogen ialah bakteri yang sangat berperan dalam menetralkan pH. Bakteri ini sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, maka oleh sebab itu kondisi lingkungan harus dijaga. Ada dua cara menjaga kondisi lingkungan yaitu dengan fermentasi aerob dan anaerob. Aerob menggunakan oksigen sedangkan anaerob tidak menggunakan oksigen. Pada penelitian ini, pengolahan tidak menggunakan oksigen (Suryani, 2018). Hasil analisa regresi linier sederhana ( $0.052 > \text{probabilitas } 0,005$ ) menunjukkan “tidak adanya pengaruh” hari terhadap parameter pH. Hal ini

kemungkinan disebabkan karena bakteri masih melakukan penyesuaian terhadap lingkungan awalnya (Wirawan, 2014).

**Tabel 4.3.** Hasil Uji Analisis Korelasi pengolahan menggunakan biofilter anaerob Antara Parameter BOD, COD, TSS Dan pH. Nilai R untuk korelasi kuat dengan nilai sebanyak (0,735).

	BOD	COD	TSS	pH
BOD	1	0.983**	0.967**	-0.654
COD		1	0.983**	-0.762
TSS			1	-0.695
pH				1





**Gambar 4.11** Hasil analisis korelasi pengolahan menggunakan biofilter anaerob antara (a) BOD dengan COD, (b) BOD dengan TSS, (c) BOD dengan pH, (d) COD dengan TSS, (e) COD dengan pH dan (f) TSS dengan pH.

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil uji korelasi antara BOD, COD, TSS dan pH pada pengolahan biofilter anaerob diketahui masing-masing variable parameter yang dihubungkan tidak mempunyai dua bintang (\*\*). Ini berarti tidak terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan. Namun, untuk output nilai korelasi antara parameter BOD dengan TSS begitu juga sebaliknya mempunyai dua tanda bintang (\*\*), yang berarti terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan dengan taraf signifikan 1% berdasarkan nilai R untuk korelasi kuat (0,735). Berdasarkan nilai yang didapatkan antara korelasi parameter BOD dan COD diketahui bahwa output nilai parameter BOD dengan COD sebanyak (0.000 lebih kecil dari  $<0,05$ ) sehingga adanya korelasi antara variabel yang signifikan, yang berarti adanya hubungan antara parameter BOD dan COD. Sedangkan korelasi antara BOD dan TSS diketahui nilai output nilai parameter BOD dengan TSS sebanyak (0.002 lebih kecil dari  $<0,05$ ) sehingga adanya korelasi antara variabel yang signifikan, yang berarti adanya hubungan antara BOD dengan TSS. BOD Untuk nilai korelasi antara parameter BOD dan pH dengan nilai sebanyak (0.159  $>$  lebih besar 0,05) sehingga tidak ada hubungan antara BOD dan pH. Selanjutnya untuk korelasi antara parameter COD dengan TSS didapatkan nilai COD dengan

TSS sebanyak (0.000 lebih kecil dari  $<0,05$ ) sehingga adanya hubungan antara COD dan TSS, Adapun korelasi antara COD dan pH didapatkan nilai sebanyak (0.078 lebih  $>$  dari 0,05) diartikan bahwa tidak adanya hubungan antara COD dan pH dan korelasi antara TSS dengan pH didapatkan hasil analisis sebanyak (0.126 lebih  $>$  dari 0,05) diartikan bahwa hubungan antara parameter TSS dan pH mempunyai hubungan.

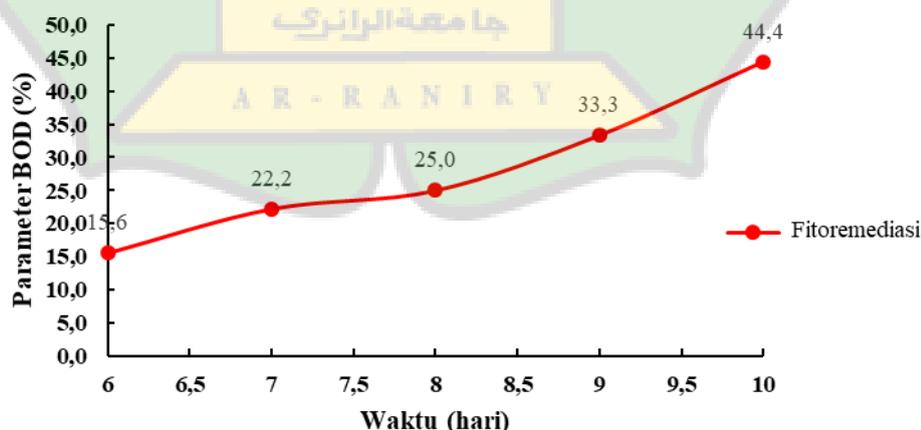
Hubungan antara BOD dan COD diakibatkan kebutuhan oksigen sangat diperlukan untuk penurunan BOD dan COD. Kebutuhan oksigen pada BOD untuk menghancurkan bahan organik sedangkan untuk COD kebutuhan oksigen digunakan untuk menguraikan senyawa organik dalam air. (Maulani dan Widodo, 2016). TSS adalah padatan yang berupa bahan organik dan anorganik yang mengapung di air. Apabila kebutuhan oksigen didalam air ada maka penurunan TSS akan turun (Tontowi, 2007). Tidak adanya hubungan antara BOD, COD, dan TSS menunjukkan zat pencemar di dalam air limbah bukan berasal dari bahan organik dan anorganik melainkan zat pencemar (Nikonaahad dkk, 2016). Adapun kaitannya pH dengan BOD, COD dan TSS. pH air dipengaruhi oleh senyawa/kandungan dalam air tersebut. Faktor yang mempengaruhi pH di dalam air ialah sisa buangan/kotoran dan pakan yang mengendap. pH biasanya berfluktuasi setiap harinya, pH berkaitan erat dengan fotosintesis dan respirasi dari makhluk hidup. pH terendah biasanya dikaitkan dengan oksigen yang rendah sedangkan pH yang tinggi dikaitkan dengan oksigen yang tinggi, Secara kimiawi bahwa kehidupan pertumbuhan mikroorganismenya dipengaruhi oleh pH, BOD, COD, suhu dan TSS (Saputri dkk., 2013).

#### **4.2.2 Pengolahan Menggunakan Fitoremediasi Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*)**

*Parameter BOD.* Berdasarkan hasil data hasil pengolahan menggunakan fitoremediasi kayu apu, didapatkan hasil persentase kandungan BOD pada hari ke-6 hingga ke-10 yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Gambar memuat grafik penurunan BOD terhadap waktu (hari). Nilai BOD berkurang dari 15,2 mg/L menjadi 10 mg/L. Walaupun nilai tersebut sudah di bawah baku mutu, namun pengolahan menggunakan fitoremediasi dapat menurunkan parameter BOD dengan

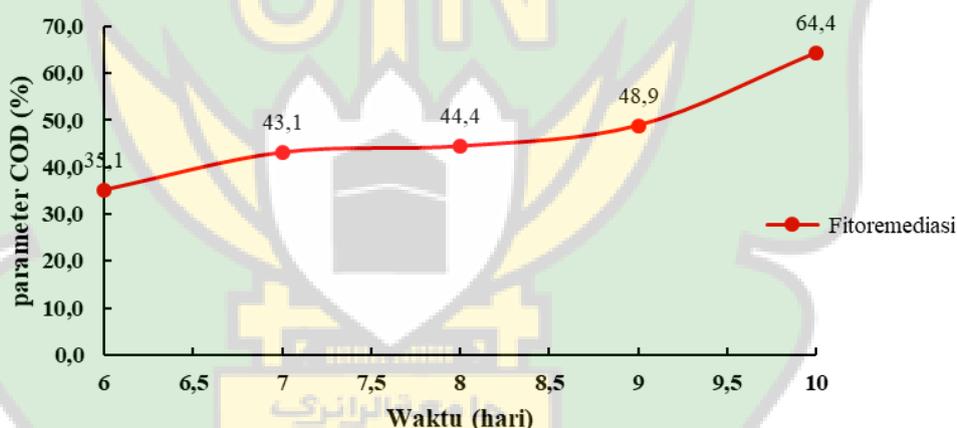
baik. Sebelumnya diketahui, Kayu Apu dapat menurunkan parameter BOD hingga sebesar 45% (Wirawan, 2014). Penurunan kandungan BOD diakibatkan tanaman kayu apu dapat menyerap zat organik yang berada pada air limbah rumah makan. Oksigen terlarut yang berada pada air limbah juga semakin banyak dikarenakan penyuplai oksigen dari hasil fotosintesis tanaman. Semakin banyak tanaman, maka nilai BOD semakin kecil, yang selanjutnya berdampak pada semakin baik kualitas air limbah pada pengolahan (Fachrozi, 2010).

Persentase penurunan parameter BOD dapat dilihat pada Gambar 4.11. Penurunan persentase parameter BOD menggunakan pengolahan fitoremediasi kayu apu (*Pistia stratiotes*) menunjukkan dari hari ke-6 hingga ke-10 penurunan terus naik yaitu sebanyak 15,6% hingga 44,4%. Penurunan yang paling signifikan terjadi pada hari ke-10 yaitu dengan 44,4%. Sementara itu, laju degradasi untuk parameter BOD didapatkan hasil signifikan 2,8 mg/L/hari. Analisis regresi linear ( $0,002 < \text{probabilitas} < 0,005$ ) menunjukkan adanya pengaruh waktu pengolahan terhadap parameter BOD. Adanya pengaruh waktu terhadap penurunan parameter BOD diakibatkan bahan organik di dalam air masih bersifat *biodegradable*, yang artinya dapat terdegradasi secara biologis. Bakteri masih berada dalam fase stasioner dimana pertumbuhan bakteri sama dengan laju kematiannya. Pengurangan derajat pembelahan sel fase stasioner kemudian dilanjutkan dengan fase kematian (Filiazati, 2013).



**Gambar 4.12** Penurunan Persentase Parameter BOD Pada Pengolahan Fitoremediasi Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*).

*Parameter COD.* Hasil yang diperoleh dari eksperimen menggunakan kayu apu untuk menurunkan parameter COD dapat dilihat pada Gambar 4.4, Grafik Penurunan COD fitoremediasi kayu apu terhadap waktu (hari). Gambar 4.4 dengan pengolahan fitoremediasi kayu apu dapat diamati bahwa penurunan COD terus menurun dari hari ke-6 hingga ke-10 dengan nilai sebanyak 29,2 mg/L sampai dengan 16,0 mg/L. Walaupun limbah sudah dibawah baku mutu setelah pengolahan biofilter, namun pengolahan menggunakan fitoremediasi masih mampu menurunkan parameter COD. Penurunan parameter COD pada pengolahan air limbah rumah makan ini diakibatkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air secara kimiawi dengan diserapnya bahan organik didalam air limbah. Namun, terdapat laporan keberadaan tanaman telah mempengaruhi kenaikan nilai COD dalam air dengan adanya daun-daun yang telah rusak (Fachroruzi, 2010).

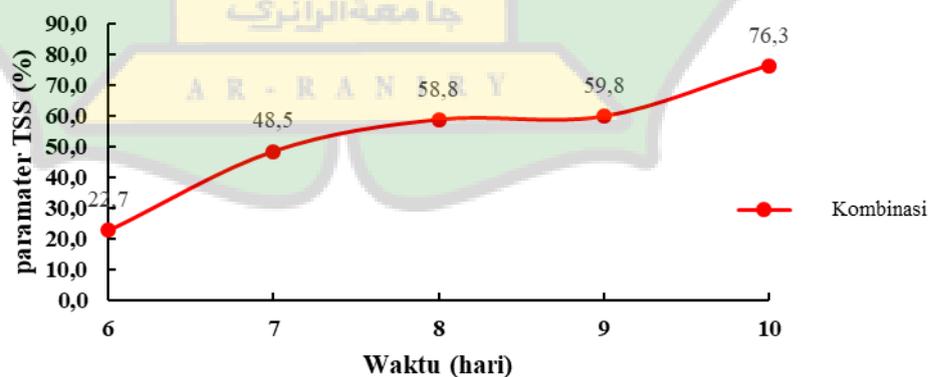


**Gambar 4.13** Penurunan Parameter COD Pada Pengolahan Fitoremediasi Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*).

Hasil eksperimen pengolahan air limbah rumah makan dari hari ke-6 hingga ke-10 ditunjukkan pada Gambar 4.12. Gambar tersebut memuat grafik besar persentase penurunan parameter COD terhadap waktu (hari). Grafik tersebut menunjukkan pengolahan menggunakan fitoremediasi mampu menurunkan parameter dari hari ke-6 hingga ke-10. Walaupun dengan pengolahan menggunakan biofilter sudah mampu menurunkan parameter COD pada hari ke-3 hingga ambang batas baku mutu, namun penurunan tetap terjadi pada hari ke-6 hingga ke-10 yaitu

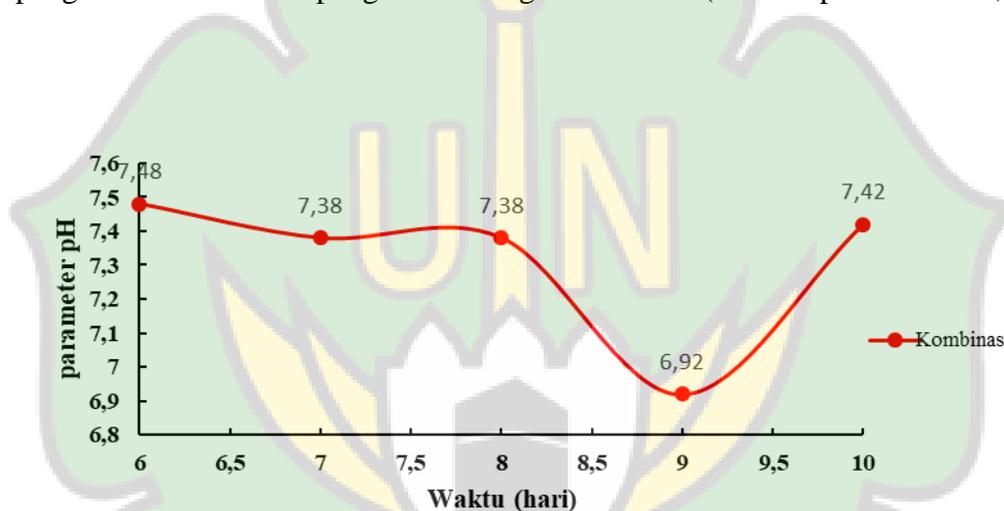
sebanyak 35,1% hingga 64,4%. Dengan demikian hasil yang paling efektif adalah pengolahan pada hari ke-10 yaitu sebanyak 64,4%. Sementara itu, Gambar 4.6 menunjukkan efektivitas laju degradasi penurunan COD fitoremediasi kayu apu terhadap waktu (hari). Laju yang paling signifikan adalah sebesar 15,8 mg/L/hari yang terjadi pada hari ke-6. Hasil analisis regresi linier sederhana menunjukkan ( $0,018 > \text{probabilitas } 0,005$ ) bahwa tidak ada pengaruh variabel waktu terhadap parameter COD di dalam limbah.

*Parameter TSS.* Gambar 4.7 menunjukkan hasil pengukuran parameter TSS. Grafik penurunan TSS terhadap waktu menunjukkan penurunan TSS dari hari ke-6 hingga ke-10 terus menurun dari 75 mg/L sampai dengan 23 mg/L. Parameter TSS dapat turun dikarenakan proses fisika yaitu dengan tertahannya partikel padat pada akar tanaman dan pengendapan (Adinata, 2020). Penurunan TSS juga disebabkan oleh dekomposisi bahan organik. Oleh sebab, itu kandungan TSS terus turun dari hari ke-6 hingga ke-10 hingga memenuhi syarat baku mutu yang terjadi pada hari ke-10 (Fachroruzi, 2010). Persentase penurunan ditunjukkan pada Gambar 4.14. Gambar tersebut menunjukkan nilai TSS terus menurun dari hari ke hari dengan nilai sebanyak 22,7 % hingga 76,3%. Pengolahan paling efektif didapatkan pada hari ke-10 dengan nilai 76,3%, yang pada masa ini penurunan telah dalam interval batas baku mutu.



**Gambar 4.14** Penurunan parameter TSS pada pengolahan fitoremediasi kayu apu terhadap waktu (hari).

Pada pengolahan sebelumnya menggunakan biofilter anaerob parameter TSS tidak mampu diturunkan sampai ambang batas baku mutu, oleh karena itu perlunya kombinasi antara biofilter anaerob dan fitoremediasi sehingga mampu menurunkan parameter TSS sampai batas baku mutu. Sementara itu, Gambar 4.9 menunjukkan efektivitas laju degradasi penurunan TSS fitoremediasi kayu apu terhadap waktu (hari). Hasil maksimum yang diperoleh ada sebesar 25,0 mg/L/hari untuk hari ke-10. Melalui uji analisis regresi linier sederhana parameter TSS pengolahan menggunakan fitoremediasi kayu apu menunjukkan tidak adanya pengaruh antara waktu pengolahan dengan nilai TSS ( $0.014 > \text{probabilitas } 0,005$ ).



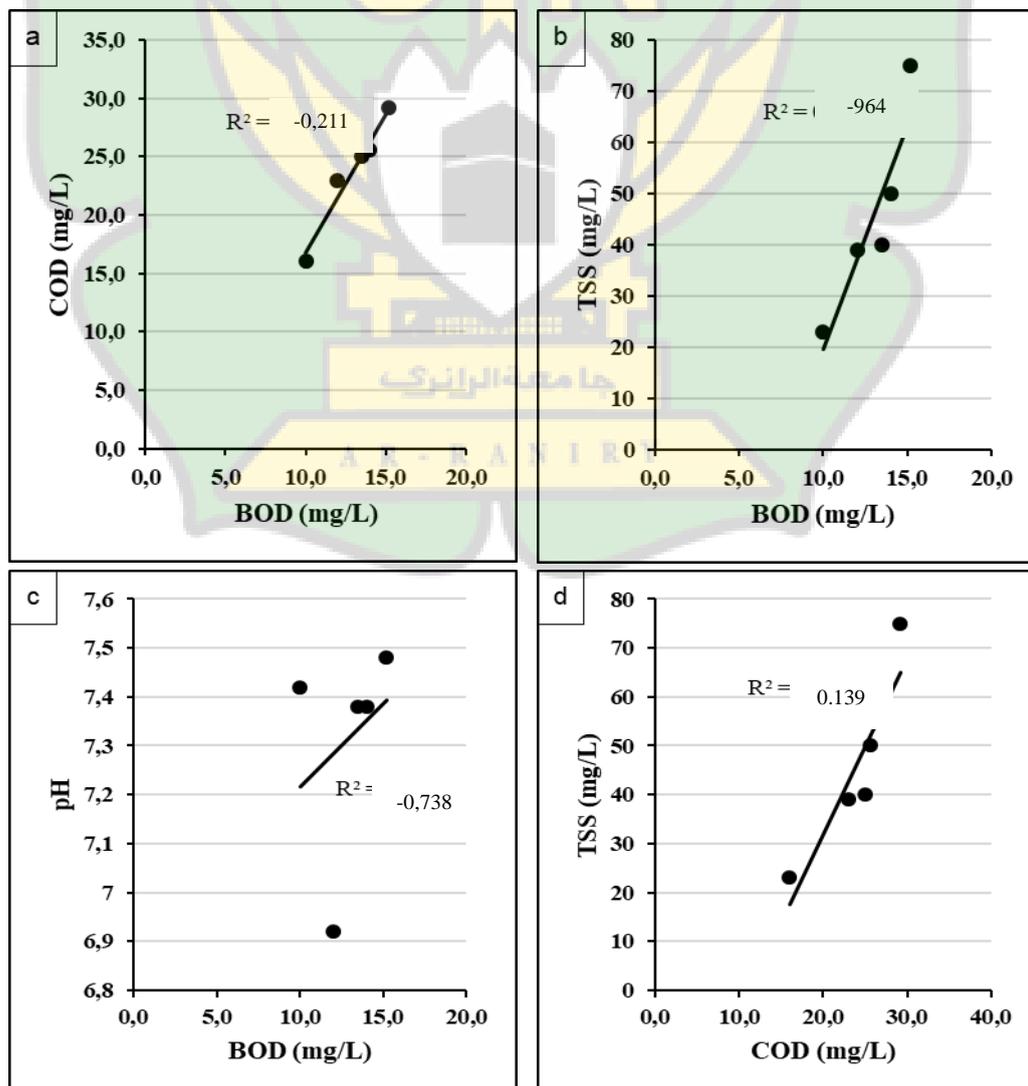
**Gambar 4.15** Penurunan Parameter pH Pada Pengolahan Fitoremediasi Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Terhadap Waktu (Hari)

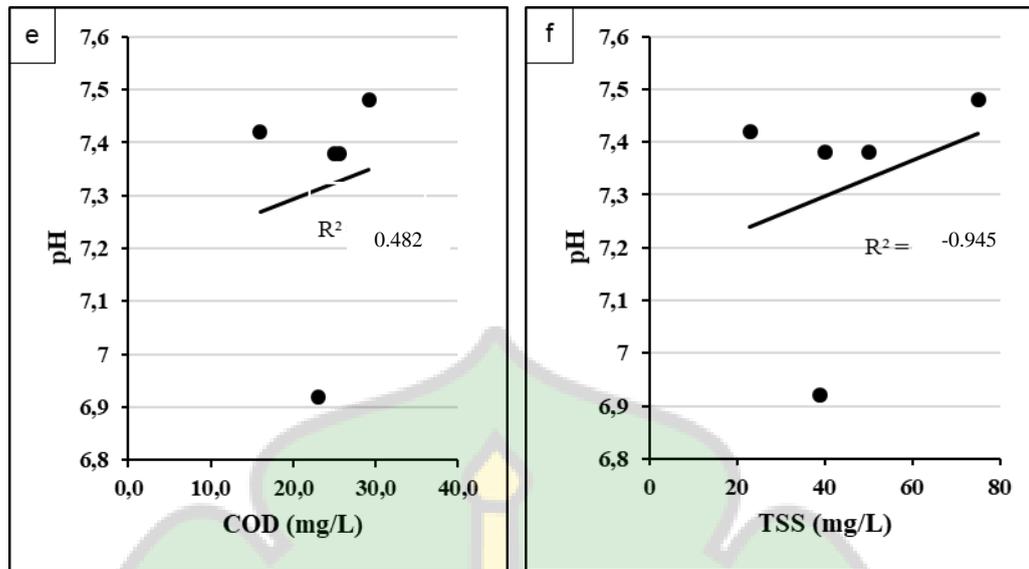
*Parameter pH.* Berdasarkan hasil pengamatan dari pengolahan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu didapatkan hasil parameter pH dari hari ke-6 hingga ke-10 yaitu sebanyak 7,48 hingga 7,42, pada hari ke-6 parameter pH menurun hingga 6,92 dikarenakan pada pengolahan air limbah menghasilkan asam yang akan menurunkan nilai pH terjadinya pemecahan senyawa kompleks yang salah satunya akan menjadi hydrogen sulfide (Adinata, 2010). Nilai ini sudah memenuhi syarat baku mutu untuk pengolahan air limbah domestik yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia P.68/Menlhk-Setjen/2016 dan diizinkan dibuang ke lingkungan. Netralnya pH pada air limbah diakibatkan oksigen yang terlarut kemudian akan dimanfaatkan oleh

mikroorganisme yang ada pada tanaman untuk respirasi dan dihasilkan CO<sub>2</sub> karbon dioksida yang terlarut dalam air kemudian akan mengalami reaksi kesetimbangan dan menghasilkan ion OH<sup>-</sup> maka akan meningkatkan nilai pH (wirawan, 2014). Hasil uji regresi linier sederhana menunjukkan “adanya hubungan” hari terhadap parameter pH.

**Tabel 4.4.** Hasil Uji Analisis Korelasi pengolahan menggunakan fitoremediasi kayu apu Antara Parameter BOD, COD, TSS Dan pH. Nilai R untuk korelasi kuat dengan nilai sebanyak (0,735).

	BOD	COD	TSS	pH
BOD	1	-0.211	0.964**	-0.738
COD		1	0.139	0.482
TSS			1	-0.945**
pH				1





**Gambar 4.16** Hasil analisis korelasi pengolahan menggunakan fitoremediasi kayu apu antara (a) BOD dengan COD, (b) BOD dengan TSS, (c) BOD dengan pH, (d) COD dengan TSS, (e) COD dengan pH dan (f) TSS dengan pH.

Berdasarkan Tabel 4.3 Hasil Uji Korelasi pengolahan fitoremediasi kayu apu antara BOD, COD, TSS dan pH diketahui masing-masing variabel parameter yang dihubungkan tidak mempunyai dua bintang (\*\*). Ini berarti tidak terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan. Namun, untuk output nilai korelasi antara parameter BOD dengan TSS begitu juga sebaliknya mempunyai dua tanda bintang (\*\*), yang berarti terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan dengan taraf signifikan 1% berdasarkan nilai R untuk korelasi kuat (0,735), korelasi antara pengolahan parameter BOD dan COD diketahui bahwa output nilai parameter BOD dengan COD sebanyak (0.000 lebih kecil dari <0,05) sehingga adanya korelasi antara variabel yang signifikan, yang berarti adanya hubungan antara parameter BOD dan COD. korelasi antara BOD dan TSS diketahui nilai output nilai parameter BOD dengan TSS sebanyak (0.002 lebih kecil dari < 0,05) sehingga adanya korelasi antara variabel yang signifikan, yang berarti adanya hubungan antara BOD dengan TSS. korelasi antara parameter BOD dan pH dengan nilai sebanyak (0.159 > lebih besar 0,05) sehingga tidak ada hubungan antara BOD dan pH.

Korelasi antara parameter COD dengan TSS didapatkan nilai COD dengan TSS sebanyak (0.000 lebih kecil dari  $<0,05$ ) sehingga adanya hubungan antara COD dan TSS, Adapun korelasi antara COD dan pH didapatkan nilai sebanyak (0.078 lebih  $>$  dari 0,05) diartikan bahwa tidak adanya hubungan antara COD dan pH. Korelasi antara TSS dengan pH didapatkan hasil analisis sebanyak (0.126 lebih  $>$  dari 0,05) diartikan bahwa hubungan antara parameter TSS dan pH mempunyai hubungan.

#### **4.2.3 Pengolahan menggunakan Kombinasi Biofilter Dan Fitoremediasi Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)**

*Parameter BOD*, Berdasarkan hasil yang didapatkan dari hasil kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu didapatkan hasil persentase kandungan BOD pada Gambar 4.3 Penurunan persentase parameter BOD pada pengolahan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu (*pistia stratiotes*). Didapatkan hasil pengolahan dari hari ke-6 hingga ke-10 penurunan terus naik yaitu sebanyak 77,6% hingga 85,3%. Penurunan yang paling signifikan terjadi pada hari ke-10 yaitu dengan 85,3%, Penurunan kandungan BOD dari pengolahan biofilter anaerob sudah memenuhi syarat baku mutu, Akan tetapi pengolahan menggunakan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu juga menurunkan parameter BOD. Sehingga nantinya mempercepat proses penurunan parameter BOD pada air limbah buangan rumah makan. Hal ini menyatakan pengolahan menggunakan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu (*pistia stratiotes*) adalah pengolahan yang efektif untuk dilakukan dan berguna bagi masyarakat serta instansi dan dinas. Hasil uji analisa SPSS diperoleh melalui uji analisa regresi linier sederhana ditunjukkan pada untuk parameter BOD pengolahan menggunakan fitoremediasi kayu apu diketahui bahwa nilai output  $0.000 <$  probabilitas 0,005 sehingga disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, yang berarti “adanya pengaruh” hari terhadap parameter BOD

*Parameter COD*, Berdasarkan Hasil eksperimen yang didapatkan dari pengolahan air limbah rumah makan dari hari ke-6 hingga ke-10 dijelaskan pada Gambar 4.5 persentase penurunan parameter COD terhadap waktu (hari). Didapatkan pengolahan menggunakan kombinasi mampu menurunkan parameter

dari hari ke-6 hingga ke-10. Walaupun pengolahan menggunakan biofilter sudah mampu menurunkan parameter COD pada hari ke-3 hingga ambang batas baku mutu. Penurunan pada hari ke-6 hingga ke-10 yaitu sebanyak 75,7% hingga 86,7% maka didapatkan hasil paling relative pada hari ke 10 yaitu sebanyak 86,7%. Hasil uji analisa SPSS diperoleh melalui uji analisa regresi linier sederhana untuk parameter COD pengolahan menggunakan fitoremediasi kayu apu diketahui bahwa nilai output  $0.000 < \text{probabilitas } 0,005$  sehingga disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, yang berarti “adanya pengaruh” hari terhadap parameter

*Parameter TSS*, Berdasarkan hasil yang diperoleh dari eksperimen pada pengolahan air limbah domestik rumah makan dijelaskan pada Gambar 4.8 persentase biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu terhadap waktu (hari) didapatkan hasil dari proses pengolahan menggunakan Kombinasi pada hari ke-6 hingga ke-10 dengan Persentase terus menurun dari hari ke hari dengan nilai sebanyak 59,2,% hingga 87,5% pengolahan paling efektif didapatkan pada hari ke-10 dengan nilai 87,5% dan penurunan hingga diambang batas baku mutu.

Pada pengolahan sebelumnya menggunakan biofilter anaerob parameter TSS tidak mampu diturunkan sampai ambang batas baku mutu, oleh karena itu perlunya kombinasi antara biofilter anaerob dan fitoremediasi sehingga mampu menurunkan parameter TSS sampai batas baku mutu. Hasil uji analisa SPSS diperoleh melalui uji analisa regresi linier sederhana ditunjukkan pada untuk parameter TSS pengolahan menggunakan fitoremediasi kayu apu diketahui bahwa nilai output  $0.000 < \text{probabilitas } 0,005$  sehingga disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, yang berarti “adanya pengaruh” hari terhadap parameter TSS

*Parameter pH*. Gambar 4.10 menunjukkan grafik penurunan pH terhadap waktu (hari). Penurunan nilai pH pada pengolahan ini dikarenakan adanya asam dari tumbuhan yang terlibat dalam pemecahan senyawa kompleks, yang salah satunya terjadi dalam pembentukan hidrogen sulfida (Adinata, 2010). Untuk parameter pH dari hari ke-1 hingga ke-10 nilai parameter pH masih memenuhi syarat baku mutu untuk air limbah domestik khususnya limbah hasil buangan rumah makan. Oleh karena itu, pengolahan menggunakan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu mampu menetralkan pH tanpa menaikkan air limbah

menjadi terlalu asam maupun menjadi basa. Analisis regresi linier sederhana menunjukkan tidak adanya pengaruh waktu pengolahan terhadap penurunan nilai pH ( $0.086 > \text{probabilitas } 0,005$ ).

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan dengan menggunakan pengolahan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu untuk mengolah limbah domestik dengan jenis limbah rumah makan. Dengan mengikuti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Didapatkan hasil eksperimen yang telah dilakukan dengan menggunakan pengolahan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu untuk mengolah limbah domestik dengan jenis limbah rumah makan dengan pengukuran BOD, COD, TSS dan pH dengan persentase BOD sebanyak 85,3%, COD sebanyak 86,7%, TSS sebanyak 87,5% dan pH dengan nilai 7,48 -7,42. Namun pengolahan menggunakan biofilter anaerob tidak mampu menurunkan parameter TSS hingga ambang baku mutu walaupun penurunan terus turun. Oleh karena itu, perlunya kombinasi fitoremediasi kayu apu sehingga mampu menurunkan kandungan TSS hingga ambang batas baku mutu. Hal ini menyatakan bahwa pengolahan menggunakan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu layak untuk digunakan sebagai pengolahan air limbah.

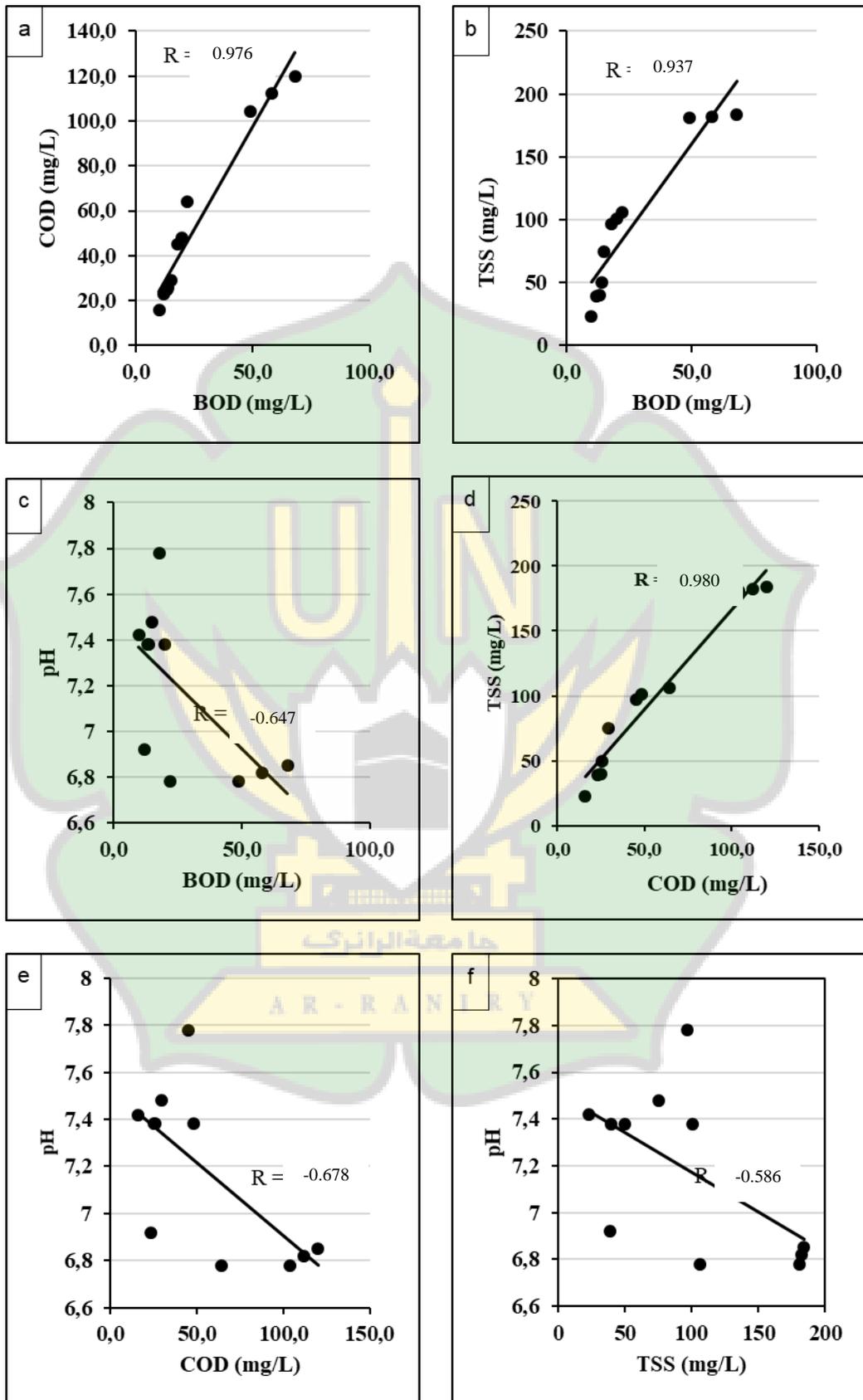
Berdasarkan Tabel 4.4 hasil uji korelasi pengolahan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu antara BOD, COD, TSS dan pH diketahui masing-masing variabel parameter yang dihubungkan tidak mempunyai dua bintang (\*\*). Ini berarti tidak terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan. Namun, untuk output nilai korelasi antara parameter BOD dengan TSS begitu juga sebaliknya mempunyai dua tanda bintang (\*\*), yang berarti terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan dengan taraf signifikan 1% berdasarkan nilai R untuk korelasi kuat (0,735), Pada gambar a) merupakan korelasi pengolahan fitoremediasi kayu apu antara parameter BOD dan COD diketahui bahwa output nilai parameter BOD dengan COD sebanyak (0.688 lebih besar dari  $> 0,05$ ) sehingga adanya korelasi antara variabel yang signifikan, yang berarti tidak adanya hubungan antara parameter BOD dan COD. Korelasi antara BOD dan TSS diketahui nilai output

nilai parameter BOD dengan TSS sebanyak (0.002 lebih kecil dari  $< 0,05$ ) sehingga adanya korelasi antara variabel yang signifikan, yang berarti adanya hubungan antara BOD dengan TSS. Selanjutnya korelasi antara parameter BOD dan pH dengan nilai sebanyak (0.094  $>$  lebih besar 0,05) sehingga tidak ada hubungan antara BOD dan pH.

Korelasi antara parameter COD dengan TSS didapatkan nilai COD dengan TSS sebanyak (0.792 lebih besar dari  $>0,05$ ) sehingga tidak adanya hubungan antara COD dan TSS, Adapun korelasi antara COD dan pH didapatkan nilai sebanyak (0.333 lebih  $>$  dari 0,05) diartikan bahwa tidak adanya hubungan antara COD dan pH. Dan korelasi antara TSS dengan pH didapatkan hasil analisis sebanyak (0.004 lebih  $>$  dari 0,05) diartikan bahwa hubungan antara parameter TSS dan pH mempunyai hubungan.

**Tabel 4.5.** Hasil Uji Analisis Korelasi pengolahan menggunakan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu Antara Parameter BOD, COD, TSS Dan pH. Nilai R untuk korelasi kuat dengan nilai sebanyak (0,735).

	BOD	COD	TSS	pH
BOD	1	0.976**	0.937**	-0.647*
COD		1	0.980**	-0.678*
TSS			1	-0.586
pH				1



**Gambar 4.17** Hasil analisis korelasi antara (a) BOD dengan COD, (b) BOD dengan TSS, (c) BOD dengan pH, (d) COD dengan TSS, (e) COD dengan pH dan (f) TSS dengan pH.

Bedasarkan Tabel 4.15 hasil uji korelasi antara BOD, COD, TSS dan pH diketahui masing-masing variable parameter yang dihubungkan tidak mempunyai dua bintang (\*\*). Ini berarti tidak terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan. Namun, untuk output nilai korelasi antara parameter BOD dengan TSS begitu juga sebaliknya mempunyai dua tanda bintang (\*\*), yang berarti terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan dengan taraf signifikan 1% berdasarkan nilai R untuk korelasi kuat (0,735),

Korelasi antara parameter BOD dan COD diketahui bahwa output nilai parameter BOD dengan COD sebanyak (0.000 lebih kecil dari  $<0,05$ ) sehingga adanya korelasi antara variabel yang signifikan, yang berarti adanya hubungan antara parameter BOD dan COD. Korelasi antara BOD dan TSS diketahui nilai output nilai parameter BOD dengan TSS sebanyak (0.000 lebih kecil dari  $<0,05$ ) sehingga adanya korelasi antara variabel yang signifikan, yang berarti adanya hubungan antara BOD dengan TSS. Korelasi antara parameter BOD dan pH dengan nilai sebanyak (0.32  $>$  lebih besar 0,05) sehingga tidak ada hubungan antara BOD dan pH. Korelasi antara parameter COD dengan TSS didapatkan nilai COD dengan TSS sebanyak (0.000 lebih kecil dari  $<0,05$ ) sehingga adanya hubungan antara COD dan TSS, Adapun korelasi antara COD dan pH didapatkan nilai sebanyak (0.022 lebih  $>$  dari 0,05) diartikan bahwa tidak adanya hubungan antara COD dan pH dan korelasi antara TSS dengan pH didapatkan hasil analisis sebanyak (0.058 lebih  $>$  dari 0,05) diartikan bahwa hubungan antara parameter TSS dan pH mempunyai hubungan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengolahan air limbah rumah makan dengan metode biofilter anaerob dari sarang tawon biofilter anaerob dalam pengolahan air limbah rumah makan memiliki efektivitas penurunan nilai BOD dengan persentase 73,5%, COD dengan persentase 62,5%, TSS dengan persentase 47,3% pada hari ke-5, dan nilai pH dalam interval 6,78-7,78. Berdasarkan kandungan TSS pada hasil olahan, nilai TSS belum mencapai baku mutu yang diatur oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI nomor 4P.68/MENLHK/Sekjen/Kum.1/8/2016.
2. Kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam pengolahan air limbah rumah makan memiliki efektivitas penurunan nilai BOD dengan persentase 85,3%, COD dengan persentase 86,7%, TSS dengan persentase 87,5% dan pH dengan nilai 7,48-7,42. Berdasarkan hasil uji ini pengolahan air limbah rumah makan dengan metode kombinasi biofilter dan fitoremediasi lebih efektif dibandingkan dengan pengolahan air limbah rumah makan dengan metode biofilter.

#### **5.2. Saran**

Adapun saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk mengolah air limbah domestik menggunakan kombinasi biofilter anaerob dan fitoremediasi kayu apu sehingga dapat menurunkan parameter air limbah domestik.
2. Pengolahan menggunakan kombinasi biofilter dan fitoremediasi diharapkan mampu menurunkan air limbah lainnya dan parameter lainnya.
3. Pengolahan ini diharapkan mampu mengolah air limbah secara kontinyu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwariyani, D. (2019). *Pengaruh Air Limbah Domestik Terhadap Kualitas Sungai*. 82, 1–6.
- Bahar, E., Tawali, A. B., & Muin, M. (2013). *DOMESTIK STUDI KASUS RUSUNAWA BLOK D UNIVERSITAS HASANUDDIN The Specifications and Effectiveness of Domestic Wastewater Treatment Equipment Case Study of Rusunawa Blok D Hasanuddin University ISSN 1411-4674 Perkembangan jumlah penduduk berakibat meningkat*. 13(2), 156–163.
- Billah, A. R., Mulianingrum, A. D., & Ningrum, P. T. (2020). *Phytoremediation Chromium Total ( Cr-T ) menggunakan kayu apu ( Pistia stratiotes L . ) pada limbah cair batik Study on batik liquid waste: Phytoremediation Chromium Total ( Cr-T ) using Pistia stratiotes L .* 24(1), 47–54.
- Bod, M. P., & Warna, T. S. S. (2009). *0 = 5 = 1*.
- Cahyonugroho, O. H. (2005). *Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.coli*. *Teknik Lingkungan*, 2(1), 18–23.
- Doraja, P. H., Shovitri, M., & Kuswytasari, N. D. (2012). *Biodegradasi Limbah Domestik Dengan Menggunakan Inokulum Alami Dari Tangki Septik*. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1(1), 44–47.
- European Environment Agency (EEA). (2019). 53(9), 1689–1699.
- Fachrurozi, M., Utami, L. B., & Suryani, D. (2010). *PENGARUH VARIASI BIOMASSA Pistia stratiotes L. TERHADAP*. *Jurnal KES MAS UAD*, 4(1), 1–16.
- Filiazati, M. (2013). *Pengolahan limbah cair domestik dengan biofilter anaerob menggunakan media bioball dan tanaman kiambang*. *Jurnal teknologi lingkungan lahan basah*.(1)
- Fitri, H. M., Hadiwidodo, M., & Kholiq, M. A. (2016). *Penurunan Kadar Cod, Bod,*

- Dan Tss Pada Limbah Cair Industri Msg (Monosodium Glutamat) Dengan Biofilter Anaerob Media Bio-Ball. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–10.
- Khusnul, A., & Putu, W. (2015). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biofilter Anaerob Bermedia Plastik ( Bioball ). *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 55–66.
- Limbah, A., & Sakit, R. (2013). *SISTEM PENGOLAHAN AIR LIMBAH RSUD DR HARJONO PONOROGO Dunung Waskito Aji Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Jalan M . T . Haryono 167 , Malang 65145*.
- Maulani, D. I., & Widodo, E. (2016). *ANALISIS PENGARUH BOD , TSS DAN MINYAK LEMAK TERHADAP COD DENGAN PENDEKATAN REGRESI LINEAR BERGANDA PT . X DI TANGERANG dalam penelitian ini adalah COD ( Chemical Hasil dan Pembahasan Jenis penelitian ini adalah penelitian kategori aplikasi . Penelitian i . 244–248*.
- Nababan, D., Sitorus, M. E. J., Brahmana, N. E. B., & Silitonga, E. M. (2020). Kemampuan Biofilter Anaerob Berdasarkan Jenis Media dalam Pengolahan Air Limbah Domestik Tahun 2016. *Jurnal Riset Hesti Medan Akper Kesdam I/BB Medan*, 4(2), 105.
- Nikoonahad, A., & Ebrahimi, A. A. (2016). of Environmental Health and Sustainable Development Evaluation the Correlation between Turbidity and Total Suspended Solids with other Chemical Parameters in Yazd Wastewater Treatment Effluent Plant. *Journal of Environment Health and Sustainable Development*, 1(2)(September), 66–74.
- Nilasari, E., Faizal, M., & Suheryanto, S. (2016). Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*), (Studi Kasus di Perumahan Griya Mitra 2, Palembang). *Jurnal Penelitian Sains*, 18(1), 168089.

- Permen LHK, P. (2016). Permen LHK No. P.68/Baku Mutu Limbah Domestik. *Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*, 68, 1–13. [http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19 Permen LHK th 2016 No. P.63 Baku Mutu Air Limbah Domestik.pdf](http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19%20Permen%20LHK%20th%202016%20No.%20P.63%20Baku%20Mutu%20Air%20Limbah%20Domestik.pdf)
- Prodi, D., Biologi, P., & Ambon, I. (2015). *Jurnal Biology Science & Education 2015 SURATI*. 4(1), 99–111.
- Puspitasari, D. E. (2009). Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Lingkungan dalam Perspektif Hukum Lingkungan. *Mimbar Hukum*, 21, 23–34.
- Raissa, D. G., & Tangahu, B. V. (2017). Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Kayu apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 7–11. 2
- Ratnawati, R., & Kholif, M. Al. (2018). Aplikasi Media Batu Apung Pada Biofilter Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Ayam. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(1), 1–14.
- Said, N. I. (2001). Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Proses Biologis Biakan Melekat Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(3), 223–240.
- Said, N. I. (2002). Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Tekstil Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(2), 124–135.
- Said, N. I. (2005). Penggunaan media serat plastik pada proses biofilter tercelup. *Jai*, 1(2), 143–156.
- Said, N. I., & Hartaja, D. R. K. (2018). Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Dan Denitrifikasi. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1).

- Said, N. I., Pengkajian, P., Penerapan, D., Lingkungan, T., & Kimia, J. (2005). Uji Performance Biofilter Anaerobik Unggun Tetap Menggunakan Media Biofilter Sarang Tawon. *Jurnal Air Indonesia*, 1(3), 289–303.
- Said, N. I., & Ruliasih. (2005). Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah. *Juurnal Agronomi Indonesia*, 1(3).
- Santoso, A. (2015). *Perencanaan Pengolahan Air Limbah Media Biofilter ( Studi Kasus: Kejawan Gebang Kelurahan Keputih Surabaya ) Treatment Planning With Alternative Biofilter Media ( Case Study: Kejawan Gebang Kelurahan Keputih Surabaya )*.
- Sholihah, M., Afiuddin, A. E., & Ashari, M. L. (2014). Rancang Bangun Teknologi Pengolahan Limbah Cair Domestik ( IPAL MINI ) pada Kegiatan Asrama Mahasiswi. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 2623, 165–170.
- Sistem, M., Angraini, B., Sutisna, M., & Pratama, Y. (2014). Pengolahan Limbah Cair Tahu secara Anaerob. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 2(1), 1–10.
- Siswati, M., Syafrudin, S., & Sriyana, S. (2017). Uji Kriteria Manajemen dalam Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 23(1), 77.
- SNI-BSN. (2009). Air dan Air Limbah – Bagian 72 : Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia ( Biochemical Oxygen Demand /BOD). *Sni 6989.2:2009*, 1–28.
- Sormin, D. N. (2018). *Efektivitas Penggunaan Biofilter Untuk Menurunkan Kadar Minyak Lemak Dan Amonia Pada Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) Sebagai Media Hidup Rotifera (Brachionus plicatilis)*. 0–12.
- Sunardi, S. H., & Mukimin, A. (2014). Pengembangan Metode Analisis Parameter Minyak Dan Lemak Pada Contoh Uji Air. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 5(1), 1–6.

- Suswati, A. C. S. P., & Wibisono, G. (2013). Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands). *Indonesian Green Technology Journal*, 2(2), 70–77.
- Wandhana, R., Studi, P., Lingkungan, T., & Sipil, F. T. (2013). *PENGOLAHAN AIR LIMBAH LAUNDRY SECARA ALAMI ( FITOREMEDIASI ) DENGAN TANAMAN KAYU APU ( PISTIA STRATIOTES )* O l e h : *PENGOLAHAN AIR LIMBAH LAUNDRY SECARA ALAMI ( FITOREMEDIASI ) DENGAN TANAMAN KAYU APU ( PISTIA STRATIOTES ) untuk memenuhi salah satu persy.*
- Widyaningsih, V. (2011). Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma Fisip Ui. *Skripsi*, 179.
- Wirawan, W. A., Wirosedarmo, R., & Susanawati, L. D. (2014). Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakantanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Dengan Teknik Tanam Hidroponik Sistem Dft (Deepflowtechnique). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1, 63–70.
- Zaharah, T. A., Nurlina, N., & Moelyani, R. R. (2018). Reduksi minyak, lemak, dan bahan organik limbah rumah makan menggunakan grease trap termodifikasi karbon aktif. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 1(3), 25–33.
- Zulkoni, A., Rahyuni, D., & Nasirudin. (2017). Pengaruh pemangkasan akar jati dan inokulasi jamur mikroriza arbuskula terhadap fitoremediasi tanah tercemar merkuri di kokap kulonprogo yogyakarta. *institut teknologi yogyakarta*.

## LAMPIRAN I

### BAHAN PENELITIAN PARAMETER AIR LIMBAH

**Tabel 1.** Bahan yang digunakan dalam penelitian BOD (SNI. 06.6989.73.2009)

No	Nama bahan	Volume	Satuan	Merek dagang	Peruntukan
1	Air bebas mineral	10	Liter	—	Pencucian alat yang akan digunakan dan untuk pengenceran
2	Kalium dihidrogen fosfat (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	8,5	gram	Pudak	Pembuatan larutan nutrisi
3	Dikalium hidrogen fosfat (K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> )	21,75	gram	Ronghong kimia	Pembuatan larutan nutrisi
4	Dinatrium hidrogen fosfat heptahidrat (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	33,4	gram	Import china	Pembuatan larutan nutrisi
5	Amonium klorida (NH <sub>4</sub> Cl)	1,7	gram	Pudak	Pembuatan larutan nutrisi
6	Magnesium sulfat (MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	22,5	gram	Pudak	Pembuatan larutan nutrisi
7	Kalsium klorida (CaCl <sub>2</sub> )	27,5	gram	Original asli	Pembuatan larutan nutrisi
8	Feri klorida (FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O)	0,25	gram	Merck millipore	Pembuatan larutan nutrisi
9	Glukosa	150	gram	Mount fuji	Pembuatan larutan glukosa

10	Asam glutamat	150	gram	—	Pembuatan larutan asam glutamat
11	Asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	28	mL	Merck	Pembuatan larutan asam dan basa
12	Natrium hidroksida (NaOH)	40	gram	Pudak	Pembuatan larutan asam dan basa
13	Natrium sulfat (Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> )	1,575	gram	Pudak	Pembuatan larutan natrium sulfat
14	Inhibitor nitrifikasi allylthiourea (ATU) (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> S)	2,0	gram	Fluka	Pembuatan larutan ATU
15	Asam asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	250	mL	Fulltime	Pembuatan larutan asam asetat
16	Kaliom iodida (KI)	10	%	Merck	Pembuatan larutan KI
17	Kanji	2	gram	—	Pembuatan larutan indikator amilum
18	Asam selisilat	0,2	gram	Merck	Pembuatan larutan indikator amilum

**Tabel 2.** Bahan yang digunakan dalam penelitian COD (SNI. 06.6989.73.2009)

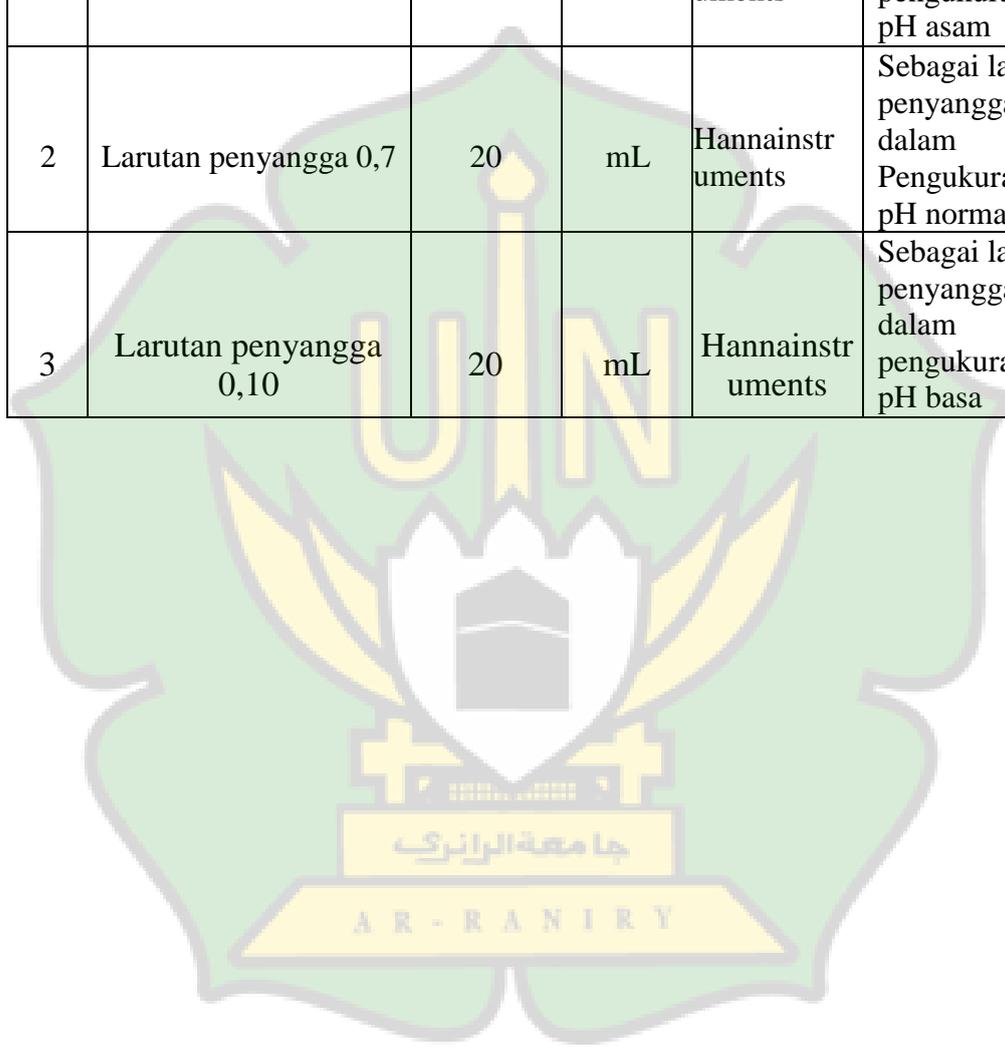
No	Nama bahan	Volume	Satuan	Merek dagang	Peruntukan
1	Air bebas organik	10	Liter	—	Pencucian alat yang akan digunakan dan untuk pengenceran
2	Perak sulfat (Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	10,12	gram	Shuoyun	Pembuatan larutan pereaksi asam sulfat
3	Asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	1000	mL	Merck	Pembuatan larutan pereaksi asam sulfat
4	Kalium dikromat (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	4,903	gram	Pudak	Pembuatan larutan kalium dikromat 0,01667 M
5	Merkuri (II) sulfat HgSO <sub>4</sub>	33,3	gram	Ex china	Pembuatan larutan kalium dikromat 0,01667 M
6	Phenanthrolin monohidrat	1,485	gram	Research products internationa l ( RPI)	Pembuatan larutan indikator ferroin
7	Besi (II) sulfat heptahidrat ferrous sulfate (FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	695	mg	Pudak	Pembuatan larutan indikator ferroin
8	Besi (II) amonium sulfat heksahidrat Fe(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .6 H <sub>2</sub> O	19,6	gram	Pudak	Pembuatan larutan baku FAS 0,05 M
9	Asam sulfamat (NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H)	10	mg	Smart lab	Digunakan jika ada gangguan nitrit
10	Kalium hidrogen ftalat (HOOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COO K, KHP)	425	mg	Pudak	Pembuatan larutan baku kalium hidrogen ftalat

**Tabel 3.** Bahan yang digunakan dalam penelitian TSS (SNI. 06.6989.3.2004)

No	Nama bahan	Volume	Satuan	Merek dagang	Peruntukan
1	Kertas saring whatman Grade 934 AH	1,5	$\mu\text{m}$	Staplex	Penyaringan residu limbah cair domestik
2	Kertas saring gelman type A/E,	1,0	$\mu\text{m}$	Staplex	Penyaringan residu limbah cair domestik
3	Saring E-D <i>scientific specialities grade 161</i>	1,1	$\mu\text{m}$	Staplex	Penyaringan residu limbah cair domestik
4	Saringan	0,45	$\mu\text{m}$	—	Penyaringan residu limbah cair domestik
5	Air suling.	10	Liter	—	Membasahi kertas saring

**Tabel 4.** Bahan yang digunakan dalam penelitian pH (SNI 06-6989.11-2004)

No	Nama bahan	Volume	Satuan	Merek dagang	Peruntukan
1	Larutan penyangga 0,4	20	mL	Hannainstruments	Sebagai larutan penyangga dalam pengukuran pH asam
2	Larutan penyangga 0,7	20	mL	Hannainstruments	Sebagai larutan penyangga dalam Pengukuran pH normal
3	Larutan penyangga 0,10	20	mL	Hannainstruments	Sebagai larutan penyangga dalam pengukuran pH basa



## LAMPIRAN II

### PENGUJIAN PARAMETER AIR LIMBAH

#### 1. Pengujian parameter BOD (SNI. 06.6989.72.2009)

BOD dari sampel air akan dibaca dengan menggunakan metode winkler. Metode tersebut akan dijelaskan lebih rinci (SNI. 06.6989.72.2009) sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan nutrisi (larutan buffer fosfat)
  - a. 8,5 g kalium dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) dilarutkan, 21,75 g dikalium hydrogen
  - b. fosfat ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ), 33, 4 g dinatrium hydrogen fosfat heptahidrat  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dan 1,7 g ammonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).
  - c. Air bebas mineral dimasukkan, kemudian diencerkan sampai 1 liter.
2. Pembuatan larutan nutrisi (larutan magnesium sulfat)

22,5 g magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dilarutkan dengan air bebas mineral, kemudian diencerkan sampai 1 liter.
3. Pembuatan larutan nutrisi (kalsium klorida)

27,5 kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) anhidrat dilarutkan dengan air bebas mineral, kemudian diencerkan sampai 1 liter.
4. Pembuatan larutan nutrisi (larutan feri klorida)

Dilarutkan 0,25 g feri klorida ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) dengan air bebas mineral, kemudian diencerkan sampai 1 liter.
5. Pembuatan larutan suspensi bibit mikroba
  - a. Supermatan diambil dari sumber bibit mikroba (limbah domestik).
  - b. Aerasi dilakukan dengan segera terhadap supermatan, sampai akan digunakan.
6. Pembuatan larutan air pengencer
  - a. Disiapkan air bebas mineral yang jenuh oksigen atau minimal 7,5 mg/l.
  - b. Air mineral dimasukkan ke dalam botol gelas yang bersih.
  - c. Suhu diatur pada kisaran  $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ .
  - d. ke dalam setiap 1 liter ditambahkan air bebas mineral jenuh oksigen.
  - e. kedalam masing-masing 1 mL dimasukkan larutan nutrisi yang terdiri dari larutan bufer fosfat  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{FeCl}_3$ .

- f. Bibit mikroba ditambahkan ke dalam setiap 1 liter air bebas mineral.
7. Pembuatan larutan glukosa dan asam glutamat.
  - a. Glukosa dan asam glutamat dikeringkan pada suhu  $103^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.
  - b. Glukosa ditimbang 150 mg dan 150 mg asam glutamat.
  - c. Air bebas mineral dilarutkan sampai 1 liter.
8. Pembuatan larutan asam dan basa (larutan asam sulfat).
  - a. Ditambahkan 28 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat sedikit demi sedikit ke dalam  $\pm 800$  mL air bebas mineral, sambil diaduk.
  - b. Diencerkan air bebas mineral sampai 1 liter.
9. Pembuatan larutan asam dan basa (larutan natrium hidroksida) dilarutkan 40 g NaOH dalam air bebas mineral sampai 1 liter.
10. Pembuatan larutan natrium sulfit  
Dilarutkan 1,575 g  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  dalam 1 liter air bebas mineral. Larutan ini disiapkan segera saat akan digunakan.
11. Pembuatan larutan inhibitor nitrifikasi allylthiourea (ATU) ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{S}$ )
  - a. Dilarutkan 2,0 g ATU ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{S}$ ) dalam 500 mL air bebas mineral.
  - b. Ditambahkan air bebas mineral sampai 1 liter.
  - c. Disimpan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$ .
12. Pembuatan larutan asam asetat.  
Diencerkan 250 mL asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) glasial (massa jenis 1,049) dengan 250 mL air bebas mineral.
13. Pembuatan larutan kalium iodida 10%.  
10 g kalium iodida (KI) dilarutkan dengan air bebas mineral sampai 100 mL.
14. Pembuatan larutan indikator amilum (kanji)
  - a. 2 g kanji dan  $\pm 0,2$  g asam salisilat dimasukkan ke dalam 100 mL air bebas mineral.
  - b. Diaduk sambil dipanaskan hingga larut.
15. Prosedur kerja pengujian BOD
  - a. 2 botol DO disiapkan dan ditandai botol masing-masing dengan label A1 dan A2

- b. larutan contoh uji yang telah dimasukkan dan diencerkan hingga 1 L kedalam masing-masing botol DO (A1 dan A2) sampai meluap, kemudian ditutup masing-masing botol secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara.
- c. Pengocokkan dilakukan beberapa kali, kemudian ditambahkan air bebas, Mineral pada sekitar mulut botol DO yang telah ditutup.
- d. botol A2 disimpan dalam lemari inkubator  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  selama 5 hari.
- e. Dilakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan botol A1 dengan alat DO meter yang sudah terkalibrasi. Hasil pengukuran merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A1) pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran

## **2. Pengujian parameter COD (SNI. 06.6989.72.2009).**

Cara pengujian parameter COD ditunjukkan sesuai (SNI. 06.6989.73.2009) ditunjukkan sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan pereaksi asam sulfat  
Dilarutkan 10,12 g serbuk atau kristal  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ke dalam 1000 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, kemudian aduk hingga merata.
2. Pembuatan larutan baku kalium dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 0,01667 M ( $\approx 0,1$  N) (*digestion solution*).
  - a. Dilarutkan 4,903 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang telah dikeringkan pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam ke dalam 500 ml air bebas organik.
  - b. Ditambahkan 167 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan 33,3 g  $\text{HgSO}_4$ .
  - c. Dilarutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
3. Pembuatan larutan indikator ferroin  
Dilarutkan 1,485 g 1,10 phenanthroline monohidrat dan 695 mg  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dalam air bebas organik dan diencerkan sampai 100 mL.
4. Pembuatan larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,05 M
  - a. Dilarutkan 19,6 g  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dalam 300 mL air bebas organik.
  - b. Ditambahkan 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat.
  - c. Didinginkan dan tepatkan sampai 1000 mL.

5. Pembuatan larutan asam sulfamat ( $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ )  
Ditambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg  $\text{NO}_2\text{-N}$  yang ada dalam contoh uji.
6. Pembuatan larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat ( $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$ , KHP)  $\approx$  COD 500 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ 
  - a. KHP digerus perlahan, lalu dikeringkan sampai berat konstan pada suhu  $110^\circ\text{C}$ .
  - b. Dilarutkan 425 mg KHP ke dalam air bebas organik sampai 1000 mL.
  - c. Disimpan dalam kondisi dingin pada temperatur  $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  dan dapat digunakan sampai 1 minggu selama tidak ada pertumbuhan mikroba.
7. Prosedur kerja pengujian COD
  - a. Pipet volume contoh uji dan tambahkan digestion solution dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat ke dalam tabung atau ampul.
  - b. Ditutup tabung dan kocok perlahan sampai homogeny
  - c. Diletakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu  $150^\circ\text{C}$ , lakukan digestion selama 2 jam
  - d. Didinginkan perlahan-lahan contoh uji yang sudah direfluks sampai suhu ruang. Saat pendinginan sesekali tutup contoh uji dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas
  - e. Dipindahkan secara kuantitatif contoh uji dari tube atau ampul ke dalam Erlenmeyer untuk titrasi
  - f. Ditambahkan indikator ferroin 0,05 mL - 0,1 mL atau 1 - 2 tetes dan aduk dengan pengaduk magnetik sambil dititrasi dengan larutan baku FAS 0,05 M sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat-kemerahan, catat volume larutan FAS yang digunakan Dilakukan langkah (a) sampai dengan (f) terhadap air bebas organik sebagai blanko. Catat volume larutan FAS yang digunakan.

### 3. Pengujian parameter TSS (SNI. 06.6989.3.2004).

TSS dari sampel air akan dibaca dengan menggunakan metode gravimetri. Metode tersebut akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut dengan (SNI. 06.6989.3.2004)

#### 1. Prosedur kerja pengujian TSS

- a. Dilakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Dibasahi saringan dengan sedikit air suling.
- b. Diaduk sampel dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh sampel yang lebih homogen.
- c. Pipet sampel dengan volume tertentu, pada waktu sampel diaduk dengan pengaduk magnetik.
- d. Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, dibiarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. sampel dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e. Dipindahkan kertas saring dengan penuh hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Apabila digunakan cawan Gooch maka dipindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f. Dikeringkan dalam oven minimal selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan suhu 105°C, didinginkan dalam desikator guna untuk menyeimbangkan suhu kemudian ditimbang.
- g. Diulangi tahapan pada pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan dilakukan penimbangan sampai dengan diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

**LAMPIRAN III**  
**DOKUMENTASI TAHAPAN PERSIAPAN DAN PENGOLAHAN**  
**LIMBAH RUMAH MAKAN**

**1. Pengambilan sampel**



**2. Sampel hari ke-0**



**3. Media sarang tawon**



**4. Tahapan sedding pada media sarang tawon**



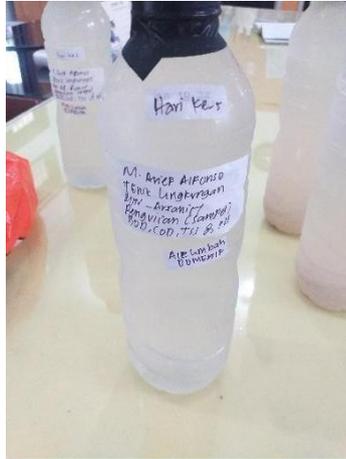
**5. Bak biofilter Anaerob**



**6. Pengolahan biofilter anaerob**



**7. sampel air limbah BIOfilter anaerob pada hari ke-5**



**8. Pemilihan kayu apu sesuai dengan ukurannya**



**9. Tahapan aklimatisasi**



**10. pembuatan hidroponik dft**



**11. Hidroponik DFT**



**12. Pengoalahan menggunakan fitoremediasi kayu apu dengan hidroponik DFT**



**13. Pengambilan sampel air limbah pada pengolahan hidroponik DFT**



**14. Sampel hari ke-5 fitoremediasi**



**LAMPIRAN HASIL IV**  
**DATA PENELITIAN**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JURUSAN KIMIA  
LABORATORIUM ANALISIS INSTRUMENTASI KIMIA  
DARUSSALAM BANDA ACEH

LEMBAR HASIL UJI  
No : 071/B/LA/Kim/2020

Sampel ID : Sampel Limbah  
Permintaan : M. Arief Alfonso  
Lokasi Sampling : -  
Tanggal Penerimaan : 14 Oktober 2020  
Tanggal Analisa : 15 - 23 Oktober 2020  
Hasil Analisa :

No	Parameter	Hasil Analisa Mn (mg/L)	Metode Analisa
1	pH	6,94	pHmeter
2	Minyak lemak	0,028	Aktraksi

Darussalam 26 Oktober 2020  
Laboratorium Analisis Instrumentasi Kimia  
Kepala

  
Dr. Lelifajri, M.Si  
Nip. 197002212000032002

جامعة الرانري  
AR-RANIRY



### HASIL UJI ANALISA AIR

No Order : 894  
No. Sampel : 753 / 1 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	6,85	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	<b>68,0</b>	Manual Book
3	COD	mg/l	100	<b>120</b>	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	<b>184</b>	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

Ket : \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis

**Rekha Melati, SKM**  
Nip. 19720602 199403 2 003



PEMERINTAH ACEH  
DINAS KESEHATAN  
UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN

Jl. Tgk. H. Mohd. Daud Beureueh No. 168 Telp. (0651) 23834 Fax. (0651) 23834 Banda Aceh  
E-mail: labkes\_aceh@yahoo.com Website: http://labkes-aceh.blogspot.com



**HASIL UJI ANALISA AIR**

No Order : 895  
No. Sampel : 754 / 2 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	6,82	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	57,9	Manual Book
3	COD	mg/l	100	112	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	182	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

Ket : \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis



Rekha Melati, SKM

Nip. 19720602 199403 2 003



### HASIL UJI ANALISA AIR

No Order : 929  
No. Sampel : 777 / 1 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	6,78	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	49,0	Manual Book
3	COD	mg/l	100	104	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	181	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

Ket : \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis

  
**Rekha Melati, SKM**

Nip. 19720602 199403 2 003



### HASIL UJI ANALISA AIR

No Order : 930  
No. Sampel : 778 / 2 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	6,78	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	22,2	Manual Book
3	COD	mg/l	100	64	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	106	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

**Ket :** \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

1 Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis

**Rekha Melati, SKM**  
Nip. 19720602 199403 2 003





### HASIL UJI ANALISA AIR

No Order : 931  
No. Sampel : 779 / 3 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	7,38	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	20	Manual Book
3	COD	mg/l	100	48	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	<b>101</b>	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

Ket : \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis



**Rekha Melati, SKM**

Nip. 19720602 199403 2 003



### HASIL UJI ANALISA AIR

No Order : 932  
No. Sampel : 780 / 4 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	7,78	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	18	Manual Book
3	COD	mg/l	100	45	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	<b>97</b>	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

**Ket :** \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis



**Rekha Melati, SKM**  
Nip. 19720602 199403 2 003



**HASIL UJI ANALISA AIR**

No Order : 952  
No. Sampel : 789 / 1 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	7,48	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	15,2	Manual Book
3	COD	mg/l	100	29,2	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	<b>75</b>	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

Ket : \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis



**Rekha Melati, SKM**  
Nip. 19720602 199403 2 003



**PEMERINTAH ACEH**  
**DINAS KESEHATAN**  
**UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN**

Jl. Tgk. H. Mohd. Daud Beureueh No. 168 Telp. (0651) 23834 Fax. (0651) 23834 Banda Aceh  
E-mail: labkes\_aceh@yahoo.com Website: http://labkes-aceh.blogspot.com



**HASIL UJI ANALISA AIR**

No Order : 953  
No. Sampel : 790 / 2 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	7,38	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	14,0	Manual Book
3	COD	mg/l	100	25,6	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	<b>50</b>	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

Ket : \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis

  
**Rekha Melati, SKM**  
Nip. 19720602 199403 2 003



### HASIL UJI ANALISA AIR

No Order : 954  
No. Sampel : 791 / 3 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	7,38	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	13,5	Manual Book
3	COD	mg/l	100	25	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	40	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

Ket : \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis

**Rekha Melati, SKM**

Nip. 19720602 199403 2 003



PEMERINTAH ACEH  
DINAS KESEHATAN  
UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN

Jl. Tgk. H. Mohd. Daud Beureueh No. 168 Telp. (0651) 23834 Fax. (0651) 23834 Banda Aceh  
E-mail: labkes\_aceh@yahoo.com Website: http://labkes-aceh.blogspot.com



**HASIL UJI ANALISA AIR**

No Order : 955  
No. Sampel : 792 / 4 / XI / 2020  
Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
Alamat : -  
Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
Pengawet : -  
Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	6,92	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	12	Manual Book
3	COD	mg/l	100	23	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	39	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

Ket : \* Parameter yang terakreditasi  
PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
Penanggung Jawab Teknis



**Rekha Melati, SKM**  
Nip. 19720602 199403 2 003



**HASIL UJI ANALISA AIR**

No Order : 956  
 No. Sampel : 793 / 5 / XI / 2020  
 Nama Pengirim : M. Arief Alfonso  
 Alamat : -  
 Petugas Pengambil : M. Arief Alfonso  
 Tanggal Ambil : 23 November 2020 Jam : -  
 Tanggal Terima : 23 November 2020 Jam : 13.00 Wib  
 Tanggal Analisa : 23 November s/d 07 Desember 2020  
 Jenis sampel : Air Limbah Domestik  
 Lokasi : Gp. Ateuk Pahlawan  
 Pengawet : -  
 Baku Mutu : PerMenLHK RI : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016  
 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	pH*	-	-	7,42	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	10	Manual Book
3	COD	mg/l	100	16	SNI 6989.73 : 2009
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	23	SNI 06-6989.3-2004

FR.IV/KKT.02/Rev:1

**Ket :** \* Parameter yang terakreditasi  
 PH di analisa di LabKes atas permintaan pelanggan

**Catatan :**

- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 08 Desember 2020  
 Penanggung Jawab Teknis



**Rekha Melati, SKM**  
 Nip. 19720602 199403 2 003