

**EFISIENSI PENGGUNAAN TANAMAN PANDAN DAN WLINGEN  
DALAM PENURUNAN KADAR AIR LIMBAH DOMESTIK  
DENGAN SISTEM *SUB SURFACE FLOW***

Satu Tugas Akhir  
Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat-Syarat  
Yang Diperlukan Untuk Memperoleh  
Ijazah Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

**NABYLA ERDA OKTAMI**

Nim : 1805903020032  
Bidang : Hidroteknik  
Jurusan : Teknik Sipil



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
ALUE PEUNYARENG - ACEH BARAT**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**EFISIENSI PENGGUNAAN TANAMAN PANDAN DAN WLINGEN  
DALAM PENURUNAN KADAR AIR LIMBAH DOMESTIK  
DENGAN *SISTEM SUB SURFACE FLOW***

Oleh:

Nama Mahasiswa : Nabyla Erda Oktami  
Nomor Induk Mahasiswa : 1805903020032  
Bidang Studi : Hidroteknik  
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 16 Juni 2022

Disetujui Oleh,  
Pembimbing

**CUT SUCIATINA SILVIA, S.T., M.T.**  
**NIP. 198206052021212022**

Diketahui/Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

A.n Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Sekretaris Jurusan

**Dr. Ir. M.ISYA, M.T.**  
**NIP. 19620411989031002**

**MUHAMMAD IKHSAN, S.T., M.T.**  
**NIP. 198111272021211002**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**EFISIENSI PENGGUNAAN TANAMAN PANDAN DAN WLINGEN  
DALAM PENURUNAN KADAR AIR LIMBAH DOMESTIK  
DENGAN *SISTEM SUB SURFACE FLOW***

Oleh:

Nama Mahasiswa : Nabyla Erda Oktami  
Nomor Induk Mahasiswa : 1805903020032  
Bidang Studi : Hidroteknik  
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 16 Juni 2022

Disetujui Oleh,

Penguji I

Penguji II

**MUHAMMAD IKHSAN, S.T., M.T**  
**NIP. 198111272021211002**

**VERANITA, S.T., M.T**  
**NIP. 198102102021212009**

Disetujui Oleh,  
Pembimbing

Diketahui/Disahkan Oleh,  
A.n Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Sekretaris Jurusan

**CUT SUCIATINA SILVIA, S.T., M.T.**  
**NIP. 198206052021212022**

**MUHAMMAD IKHSAN, S.T., M.T.**  
**NIP. 198111272021211002**

## **PRAKATA**

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan karunia-Nya sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya. Tugas akhir ini berjudul “Efisiensi Penggunaan Tanaman Pandan dan Wlingen Dalam Penurunan Kadar Air Limbah Domestik Dengan Sistem *Sub Surface Flow*”, ditulis dalam rangka melengkapi dan memenuhi syarat-syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar Aceh.

Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini penulis telah banyak memperoleh bantuan dan bimbingan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak terutama dari Pembimbing. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih yang tulus kepada Ibu Cut Suciatina Silvia, S.T., M.T, sebagai pembimbing.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, Dr. Ir. M. Isya, M.T ;
2. Ibu Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, Lissa Opirina, S.T, M.T dan Bapak Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, Muhammad Ikhsan, S.T., M.T ;
3. Bapak Pembahas I, Muhammad Ikhsan, S.T., M.T dan Ibu Pembahas II, Veranita, S.T., M.T yang telah memberikan banyak masukan untuk perbaikan tulisan ini;
4. Tenaga Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar yang telah mendidik dan mengajar berbagai disiplin ilmu kepada penulis;
5. Yang teristimewa kepada Ayahanda dan ibunda tercinta Erwan, A.md dan Darmiati, yang selalu ada di setiap penulis membutuhkan semangat dan perhatian. Berkat cinta, nasihat, doa dan jasa beliau penulis bisa tetap

semangat selama perkuliahan.

6. Kepada Rekan-rekan saya seperjuangan yang telah banyak memberikan masukan dan motivasi dalam penulisan tugas akhir ini.

Akhirnya kepada Allah S.W.T jugalah penulis berserah diri, karena tiada daya dan upaya kita tanpa ada kehendak-Nya.

Meulaboh, 16 Juni 2022  
Penulis

(NABYLA ERDA OKTAMI)  
NIM. 1805903020032

**EFISIENSI PENGGUNAAN TANAMAN PANDAN DAN WLINGEN  
DALAM PENURUNAN KADAR AIR LIMBAH DOMESTIK  
DENGAN SISTEM SUB SURFACE FLOW**

Oleh :

Nama : Nabyla Erda Oktami

Nim : 1805903020032

Komisi Pembimbing :

Cut Suciatina Silvia,S.T., M.T

**ABSTRAK**

Air Limbah merupakan cairan yang dibawa oleh saluran air buangan yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya. Air limbah domestik dapat didefinisikan sebagai cairan atau limbah yang dibawa zat cair dari rumah tangga bersama dengan air tanah. Limbah cair tersebut berasal dari bak cuci, air mandi, dan buangan dari mesin cuci. Di Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh Barat kepedulian masyarakat dan pemerintah dinilai masih rendah terhadap kesehatan lingkungan sekitar sehingga menyebabkan rendahnya cakupan pelayanan pengelolaan air limbah. Kondisi ini antara lain tercermin pada masyarakat yang tidak mengelola air limbah dengan baik. Salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk mengelola air limbah adalah dengan cara teknik fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar air limbah BOD, COD, TSS, pH dan suhu menggunakan fitoremediasi dengan tanaman pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*) dan dan wlingen (*Scirpus grossus*). Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskripsi kuantitatif dan eksperimental. Hasil pengujian kualitas awal kadar BOD, COD, pH, TSS dan suhu air limbah rumah tangga di Desa Kuta Padang memiliki kadar BOD sebesar 151,76 mg/L, COD sebesar 502,96 mg/L, pH sebesar 5,55 mg/L, TSS sebesar 248 mg/L, dan suhu 31°, dimana hasil ini belum memenuhi standar baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016. Setelah melalui proses fitoremediasi dengan konsep *constructed wetlands* (CWs) menggunakan tanaman pandan wangi dengan waktu kontak 9 hari dapat menurunkan kadar BOD 33 %, COD 59 %, TSS 65 %, suhu 31° dan menaikkan kadar pH 30 %. Sedangkan pada tanaman wlingen dengan waktu kontak 9 hari dapat menurunkan kadar BOD 98 %, COD 93 %, TSS 93 %, suhu 31° dan menaikkan kadar pH 27 %. Perbandingan efektivitas fitoremediasi tanaman pandan wangi dan wlingen yaitu BOD 65 %, COD 34 %, TSS 28 %, suhu tetap dan menaikkan kadar pH 3 %. Dari hasil pengolahan air limbah menggunakan fitoremediasi terlihat bahwa penggunaan tanaman wlingen dengan konsep CWs-SSF jauh lebih baik dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan juga menetralkan pH dimana sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016.

**Kata kunci :** Air limbah, Limbah Domestik, Fitoremediasi, Pandan, Wlingen

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>LAMPIRAN GAMBAR</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 .....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Hasil Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Definisi Air Limbah .....	5
2.2 Sumber Air Limbah.....	5
2.3 Mutu Air Limbah Domestik.....	6
2.4 Dampak Air Limbah .....	10
2.5 Fitoremediasi Dengan Konsep <i>Constructed Wetlands</i> .....	10
2.5.1 <i>Constructed Wetlands</i> dengan <i>Free Water Surface System</i> (FWS) .....	11
2.5.2 <i>Constructed Wetlands</i> dengan <i>Sub Surface Flow System</i> (SSF) .....	11
2.6 Tanaman Air .....	12
2.6.1 Pandan Wangi ( <i>Pandanus Amaryllifolius Roxb</i> ) .....	12
2.6.1 Wlingen ( <i>Scirpus Grossus</i> ) .....	14
2.7 Analisis Debit Air Limbah dan Waktu Tinggal Air Limbah .....	15
2.8 Analisis <i>Constructed Wetlands</i> Metode Crites & Tchobanoglous.	16
2.9 Penelitian Terdahulu .....	17

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	19
3.2 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian .....	19
3.3 Variabel Penelitian .....	19
3.4 Sampel .....	20
3.5 Metode Pengumpulan Data.....	20
3.6 Alat dan Bahan .....	20
3.6.1 Alat .....	20
3.6.1 Bahan.....	20
3.7 Bagan Alir .....	21
3.8 Pelaksanaan Penelitian .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Kondisi Fisik Tanaman Pandan Wangi dan Wlingen .....	26
4.2 Hasil Pengujian Sebelum dan Sesudah Fitoremediasi .....	26
4.2.1 Penurunan <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) .....	27
4.2.2 Penurunan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) .....	28
4.2.3 Penurunan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	29
4.2.4 Keasaman Air (pH) .....	31
4.2.5 Penurunan Suhu .....	32
4.3 Analisis Waktu Tinggal Air Limbah.....	33
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>34</b>
5.1 Kesimpulan .....	34
5.2 Saran.....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 a) Komponen-komponen <i>Wetlands</i> , b) Sistem <i>Surface Flow</i> , c) <i>Sub-Surface Flow</i> .....	12
Gambar 2.2 Tanaman Pandan Wangi .....	13
Gambar 2.3 Tanaman Wlingen .....	14
Gambar 3.1 Bagan atau Skema Alat CWS Konsep <i>Sub Surface Flow</i> Menggunakan Tanaman Pandan .....	21
Gambar 3.2 Bagan atau Skema Alat CWS Konsep <i>Sub Surface Flow</i> Menggunakan Tanaman Wlingen .....	21
Gambar 3.3 Pengambilan Sampel Air Limbah .....	22
Gambar 3.4 Kondisi Air Limbah Sebelum Difitoremediasi Dengan konsep CWS .....	22
Gambar 3.5 Media Constructed <i>Wetlands</i> (CWs) Dengan Sistem Sub Surface Flow .....	23
Gambar 3.6 Media Filter Berupa Kerikil, Pasir Karang, dan Pasir.....	23
Gambar 3.7 Tanaman Pandan Wangi Dan Wlingen .....	24
Gambar 3.8 Tanaman Yang Sudah Berada Di Media Tanam.....	24
Gambar 3.9 Proses <i>Fitoremediasi</i> Air Limbah Selama Waktu Kontak 9 Hari .....	25
Gambar 3.10 Air Limbah Setelah Difitoremediasi Dengan Konsep CWS .....	25

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah IPAL Domestik Komunal (1/2).....	6
Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah IPAL Domestik Komunal (2/2).....	7
Tabel 2.2 Karakteristik Media Dalam <i>Sub Surface Flow (SSF)</i> .....	16
Tabel 4.1 Hasil Uji Air Limbah Sebelum Proses Fitoremediasi .....	27
Tabel 4.2 Hasil Uji Air Limbah Sesudah Proses Fitoremediasi	
Menggunakan Tanaman Pandan Selama 9 Hari .....	27
Tabel 4.3 Hasil Uji Air Limbah Sesudah Proses Fitoremediasi	
Menggunakan Tanaman Wlingen Selama 9 Hari .....	27
Tabel 4.4 Tabel <i>Biological Oxygen Demand</i> BOD dengan variasi	
tanaman .....	27
Tabel 4.5 Tabel <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> dengan variasi tanaman..	29
Tabel 4.6 Tabel <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> dengan variasi tanaman .....	30
Tabel 4.7 Tabel keasaman air (pH) dengan variasi tanaman.....	31
Tabel 4.8 Tabel suhu dengan variasi tanaman .....	32

## LAMPIRAN GAMBAR

Gambar A.1.1 Bagan Alir Penelitian .....	38
Gambar A.1.2 Kondisi air limbah di Desa Kuta Padang .....	39
Gambar A.1.3 Pengambilan Air Sampel.....	40
Gambar A.1.4 Tanaman pandan wangi dan wlingen .....	40
Gambar A.1.5 Kondisi air limbah sebelum difitoremediasi dengan konsep CWS .....	41
Gambar A.1.6 Media Constructed Wetlands (CWs) dengan sistem sub surface flow .....	41
Gambar A.1.7 Media filter berupa kerikil, pasir karang, dan pasir .....	42
Gambar A.1.8 Tanaman yang sudah berada di media tanam.....	42
Gambar A.1.9 Proses <i>fitoremediasi</i> air limbah selama waktu kontak 9 hari ...	43
Gambar A.1.10 Air limbah setelah difitoremediasi dengan konsep CWS.....	43
Gambar A.1.11 Pengambilan Hasil Uji di Laboratorium .....	44
Gambar A.2.1 Peta Kabupaten Aceh Barat.....	45
Gambar A.2.2 Peta Lokasi Desa Kuta Padang .....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Air limbah (*waste water*) adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah (air yang berasal dari daerah permukiman, perdagangan, perkantoran, dan industri). Air limbah biasanya mengandung bahan-bahan atau zat yang berbahaya. Bahan-bahan yang berbahaya dapat mengganggu kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian hidup (Metcalf and Eddy, 1991).

Air limbah domestik dapat didefinisikan sebagai cairan atau limbah yang dibawa zat cair dari rumah tangga bersama dengan air tanah. Limbah cair tersebut berasal dari bak cuci, air mandi, dan buangan dari mesin cuci. Limbah domestik merupakan sumber kontaminan pada badan air. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik disebutkan pada Pasal 1 ayat 2, bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air.

Hasil pembuangan air limbah akan menyebabkan tempat terjadinya kuman yang berkembang biak. Dengan pembuangan cairan limbah yang sembarangan bisa menimbulkan berbagai masalah bagi manusia, lingkungan dan air. Cairan limbah lama kelamaan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk, bau busuk ini akan mengakibatkan ketidaknyamanan bagi masyarakat sekitar dan juga akan menimbulkan penyakit.

Di Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh Barat kepedulian masyarakat dan pemerintah dinilai masih rendah terhadap kesehatan lingkungan sekitar sehingga menyebabkan rendahnya cakupan pelayanan pengelolaan air limbah. Berdasarkan hasil studi EHRA (*Environmental Health Risk Assessment*) Kabupaten Aceh Barat Tahun 2015 menyatakan bahwa pencemaran karena saluran pembuangan air limbah tidak aman sebesar 50,46%, dimana air limbah skala rumah tangga langsung dialirkan dan dibuang ke saluran tanpa adanya pengolahan dimana akan berdampak ada kesehatan lingkungan dan

masyarakat (Pokja Sanitasi, 2015). Sering kali *grey water* yang tidak ditangani baik akan menimbulkan masalah lingkungan, terutama terjadi di kawasan perumahan penduduk. Masalah lingkungan yang sering kali ada mulai dari terganggunya kesehatan hingga timbulnya bau yang tidak sedap dari saluran drainase. Begitu juga disalah satu desa yang ada di Kabupaten Aceh Barat yaitu Desa Kuta Padang yang berada di diwilayah Kota Meulaboh. Kondisi air limbah di Desa Kuta Padang dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.2.2 Halaman 46.

Salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk mengelola air limbah adalah dengan cara teknik fitoremediasi. Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman untuk dekontaminasi limbah. Dalam penelitian ini, jenis tanaman yang digunakan sebagai fitoremediasi adalah tanaman pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*) dan tanaman wlingen (*Scirpus grossus*). Penelitian ini sudah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu seperti fitoremediasi menggunakan tanaman pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*), (Nindin, 2019). Judul penelitian Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sistem *Constructed Wetlands* Dengan Tanaman *Pandanus Amaryllifolius* dan *Azolla Microphilla*. Hasil Penelitian ini adalah penurunan kadar BOD sebesar 30,47%-38,34%, penurunan kadar COD sebesar 10,45%-14,69%, penurunan kadar Amoniak sebesar 16,84%-24,44% dan penurunan kadar Fosfat sebesar 26,23%-29,03% yang dilakukan selama 14 hari.

Penelitian tentang studi fitoremediasi air limbah yang menggunakan tanaman wlingen (*Scirpus grossus*). (Sari, 2018). Judul Studi Fitoremediasi Air Limbah Rumah Tangga Menggunakan Tanaman Wlingen (*Scirpus grossus*) dan Teratai (*Nymphaea firecrest*). Penelitian dilakukan dengan tujuan mengetahui sejauhmana pengaruh fitoremediasi terhadap peningkatan kualitas limbah rumah tangga dan membandingkan kualitas limbah rumah tangga yang telah melalui proses fitoremediasi dengan baku mutu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fitoremediasi dengan tanaman wlingen dan teratai dapat mengurangi kadar limbah TSS sebesar 83,04%, pH sebesar 13,12%, BOD sebesar 58,23%, Nitrit sebesar 48,32% dan Sulfat sebesar 11,76% .

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan permasalahan penelitian ini adalah seberapa besar efisiensi penurunan kadar air limbah BOD, COD, TSS, pH dan suhu menggunakan fitoremediasi dengan tanaman pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*) dan wlingen (*Scirpus grossus*).

## **1.3. Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar air limbah BOD, COD, TSS, pH dan suhu menggunakan fitoremediasi dengan tanaman pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*) dan wlingen (*Scirpus grossus*).

## **1.4. Batasan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut, maka batasan penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian di Desa Kuta padang, Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh barat.
2. Tanaman yang digunakan sebagai media fitoremediasi adalah tanaman pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*) dan wlingen (*eichhornia crassipes*).
3. Air limbah yang akan dikaji adalah air limbah *grey water* yang berasal dari limbah domestik.
4. Parameter yang dikaji adalah BOD, COD, TSS, pH dan suhu. Dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri (Baristan), Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh.
5. Konsep *Constructed Wetlands* yang digunakan pada penelitian ini adalah SSF (*Sub Surface Flow*).

### **1.5. Hasil Penelitian**

Hasil pengujian kualitas awal kadar BOD, COD, pH, TSS dan suhu air limbah rumah tangga di Desa Kuta Padang memiliki kadar BOD sebesar 151,76 mg/L, COD sebesar 502,96 mg/L, pH sebesar 5,55 mg/L, TSS sebesar 248 mg/L, dan suhu 31°, dimana hasil ini belum memenuhi standar baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016. Setelah melalui proses fitoremediasi dengan konsep *constructed wetlands* (CWs) menggunakan tanaman pandan wangi dengan waktu kontak 9 hari dapat menurunkan kadar BOD 33 %, COD 59 %, TSS 65 %, suhu 31° dan menaikkan kadar pH 30 %. Sedangkan pada tanaman wlingen dengan waktu kontak 9 hari dapat menurunkan kadar BOD 98 %, COD 93 %, TSS 93 %, suhu 31° dan menaikkan kadar pH 27 %. Perbandingan efektivitas fitoremediasi tanaman pandan wangi dan wlingen yaitu BOD 65 %, COD 34 %, TSS 28 %, suhu tetap dan menaikkan kadar pH 3 %. Dari hasil pengolahan air limbah menggunakan fitoremediasi terlihat bahwa penggunaan tanaman wlingen dengan konsep CWs-SSF jauh lebih baik dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan juga menetralkan pH dimana sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Definisi Air Limbah**

Limbah adalah buangan yang di hasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga). Limbah lebih di kenal sebagai sampah, yang keberadaannya sering tidak dikehendaki dan mengganggu lingkungan, karena sampah dipandang tidak memilik nilai ekonomis. Limbah industri berasal dari kegiatan industri, baik karena proses secara langsung maupun proses secara tidak langsung. Limbah dari kegiatan industri adalah limbah yang terproduksi bersamaan dengan proses produksi, di mana produk dan limbah hadir pada saat yang sama. Sedangkan limbah tidak langsung terproduksi sebelum proses maupun sesudah proses produksi (Arief, 2016).

Air limbah menjadi persoalan kontemporer seiring kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan pasti akan membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Sebagian besar rumah tangga membuang air limbah di sungai, got, selokan, atau badan air lainnya. Air limbah mengandung senyawa-senyawa polutan yang dapat merusak ekosistem air. Air limbah bila tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada. (Sugiarto, 2008).

Definisi air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas makhluk hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air (permen LHK/68, 2016).

#### **2.2. Sumber Air Limbah**

Menurut (Sitorus, dkk, 2021) jenis dan macam air limbah dikelompokkan berdasarkan sumber penghasil atau penyebab air limbah yang secara umum terdiri dari:

- 1) Limbah cair domestik atau rumah tangga (domestic wastewater), yaitu limbah hasil dari kegiatan rumah tangga, perkantoran, perdagangan dan

sisa bahan bangunan.

- 2) Limbah cair industri (industrial wastewater), yaitu limbah cair sisa kegiatan industri seperti industri tekstil dalam proses pewarnaan kain, industri pengolahan makanan air yang digunakan untuk proses pencucian bahan seperti daging , buah, sayur.
- 3) Rembesan dan luapan (infiltration and inflow), yaitu limbah cair karena adanya kebocoran, sehingga merembes ke dalam tanah atau adanya luapan dari permukaan. Instalasi pemasangan AC atau pendingin ruangan, saluran pembuangan air di atap gedung atau rumah.
- 4) Air hujan (storm water), yaitu air hujan memiliki banyak manfaat, tetapi saat air hujan sudah sampai pada permukaan tanah dan tidak meresap kedalam tanah, air hujan akan mengalir menuju ke tempat yang lebih rendah. Proses mengalirnya air, akan membawa partikel-partikel yang terdapat di permukaan tanah yang dilaluinya. Proses inilah yang menyebabkan air hujan termasuk sebagai limbah cair.

### 2.3. Mutu Air Limbah Domestik

Karakteristik air limbah domestik dapat dibagi menjadi karakteristik fisika, kimia dan biologi. Indikasi pencemaran air dapat diketahui melalui pengujian dan pengamatan. Parameter untuk air limbah domestik terdiri dari BOD, COD, TSS, pH dan suhu. Oleh karena itu, apabila tidak memenuhi baku mutu dapat mengubah kualitas air dan mengganggu keberlangsungan hidup organisme disekitarnya apabila terjadinya perubahan warna, bau dan rasa.

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Limbah IPAL Domestik Komunal (1/2)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Limbah IPAL Domestik Komunal (2/2)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100ml	3000
Suhu	Derajat	27 - 29

Sumber : (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68, 2016)

Limbah cair baik domestik maupun non domestik mempunyai beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, karakteristik limbah cair dapat digolongkan pada karakteristik fisik, kimia, dan biologi sebagai berikut (Hapsari & Ritohardoyo, 2013)

**a. Karakteristik Fisika**

Karakteristik fisika ini terdiri dari beberapa parameter, diantaranya :

1) Total Solid (TS)

Total Solid (TS) atau padatan total merupakan total dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik (Rohmah & Sugiarto, 2008)

2) Total Suspended Solid (TSS)

TSS merupakan materi padat seperti pasir, lumpur, tanah maupun logam berat yang tersuspensi didaerah perairan akibat dari pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Fathiyah et al., 2017)

3) Warna

Pada dasarnya air bersih tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman.

4) Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik, serta menunjukkan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalam air.

#### 5) Temperatur

Merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari.

#### 6) Bau

Disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah. (Metcalf dan Edy, 2003)

### b. Karakteristik Kimia

Karakteristik fisika ini terdiri dari beberapa parameter, diantaranya :

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

*Biological oxygen demand* atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah atau mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat di dalam air. BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik dalam kondisi aerobik (Eckenfelder, 2000).

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

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganis dan organis. Penurunan COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dipecah secara biokimia (Nurmaliakasih et al., 2017). COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (part per milion) (Metcalf & Eddy, 2003).

#### 3) Protein

Protein merupakan bagian yang penting dari makhluk hidup, termasuk di dalamnya tanaman, dan hewan bersel satu. Di dalam limbah cair, protein merupakan unsur penyebab bau, karena adanya proses pembusukan dan peruraian oleh bakteri.

#### 4) Karbohidrat

Karbohidrat antara lain : gula, pati, selulosa dan benang-benang kayu terdiri dari unsur C, H, dan O. Gula dalam limbah cair cenderung terdekomposisi oleh enzim dari bakteribakteri tertentu dan ragi menghasilkan alkohol dan gas CO<sub>2</sub> melalui proses fermentasi.

#### 5) Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan bahan pencemar yang banyak ditemukan di berbagai perairan, salah satu sumber pencemarnya adalah dari agroindustri.

#### 6) Detergen

Deterjen termasuk bahan organik yang sangat banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, hotel, dan rumah sakit. Fungsi utama deterjen adalah sebagai pembersih dalam pencucian, sehingga tanah, lemak dan lainnya dapat dipisahkan.

#### 7) Derajat keasaman (pH)

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 – 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa. (George, T., Franklin, L.B., 2003).

### c. **Karakteristik Biologi**

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk

metabolismenya. (Hapsari & Ritohardoyo, 2013).

#### **2.4. Dampak Air Limbah**

Limbah adalah sisa hasil kegiatan sehingga sebelum dibuang harus diolah terlebih dahulu agar tidak menimbulkan dampak negatif. Berikut adalah dampak yang ditimbulkan oleh limbah, yaitu: (Sugiharto, 1987).

1) Gangguan terhadap kesehatan

Air limbah dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia karena banyak terdapat bakteri patogen dan dapat menjadi media penularan penyakit. Selain itu, air limbah juga dapat menyebabkan iritasi, bau, suhu yang tinggi serta bahan yang mudah terbakar.

2) Gangguan terhadap kehidupan biotik

Banyaknya zat yang terkandung dalam air limbah menyebabkan kadar oksigen terlarut dalam air menurun sehingga kehidupan di dalam air akan terganggu. Temperatur limbah yang tinggi juga akan menyebabkan kematian organisme air. Kematian bakteri akan menyebabkan penjernihan air limbah menjadi terhambat dan sukar diuraikan.

3) Gangguan terhadap keindahan

Limbah yang mengandung ampas, lemak, dan minyak akan menimbulkan bau, wilayah sekitar akan licin oleh minyak, tumpukan ampas yang mengganggu, dan gangguan pemandangan.

4) Gangguan terhadap benda

Air limbah yang mengandung gas CO<sub>2</sub> akan mempercepat proses terbentuknya karat pada benda yang terbuat dari besi dan bangunan. Kadar pH limbah yang terlalu rendah atau tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada benda yang dilaluinya. Lemak pada air limbah akan menyebabkan terjadinya penyumbatan dan membocorkan saluran air limbah. Hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan material karena biaya perawatan yang semakin besar.

#### **2.5. Fitoremediasi Dengan Konsep *Constructed Wetlands***

Fitoremediasi (*Phytoremediation*) merupakan suatu sistem dimana tanaman

tertentu yang bekerjasama dengan micro-organisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi.

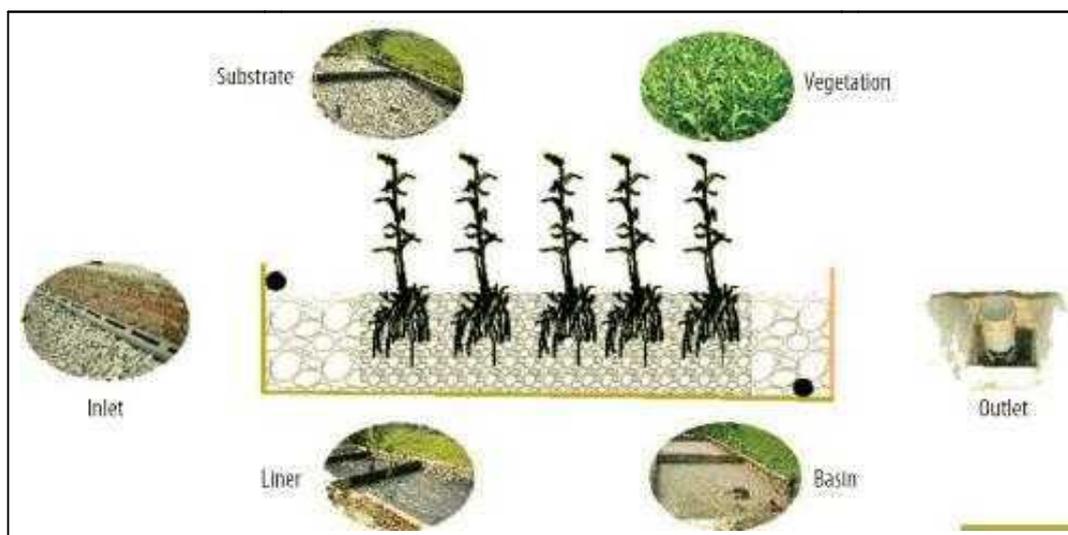
Secara umum, *Constructed Wetlands* berbeda dari pola aliran airnya, yang mencakup aliran air di permukaan atas, permukaan bawah (horizontal dan vertikal) dan hybrid atau kombinasi antara keduanya. Pendekatan lainnya dikenal sebagai *floating Island* atau pulau mengapung, di mana media tanam berupa wadah yang mengapung.

### 2.5.1. *Constructed Wetlands* dengan *free water surface system* (FWS)

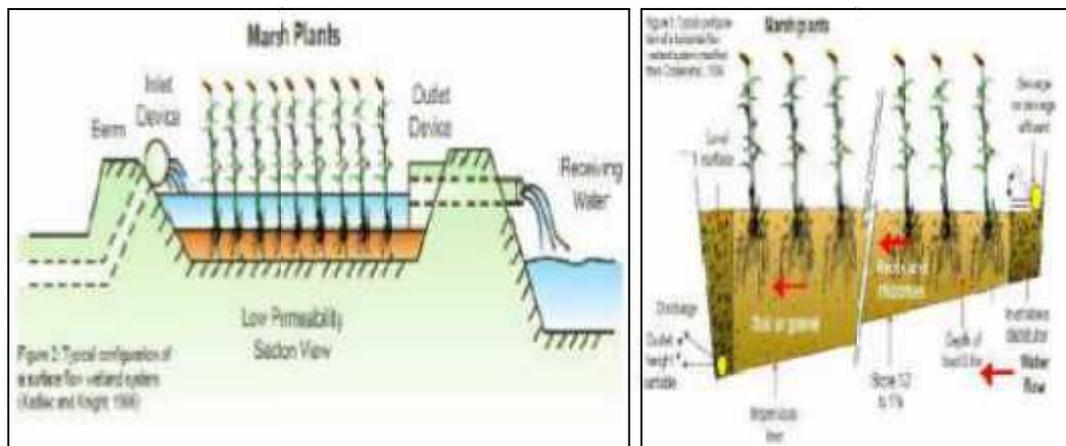
Sistem *Free Water Surface* adalah sistem lahan basah dengan aliran air melewati permukaan tanah. Berbagai kandungan di dalam air limbah dapat dimanfaatkan oleh tanaman yang ditanam pada *Free Water Surface*.

### 2.5.2. *Constructed Wetlands* dengan *sub-surface flow systems* (SSF)

*Sub-Surface Flow* adalah sistem dimana tingkat air berada di bawah permukaan tanah; air mengalir pada lapisan tanah atau kerikil, dan akar tanaman menembus hingga di bawah lapisan tanah.



(a)



(b)

(c)

**Gambar 2.1 a)Komponen-komponen Wetlands , b)Sistem Surface Flow dan c)Sub-Surface Flow**

Sumber :UN-HABITAT, *Constructed Wetlands Manual* (2008)

## 2.6. Tanaman Air

Tanaman air yang terdapat dilahan basah secara alamiah mampu menyerap bahan pencemar yang terdapat dalam limbah cair, proses ini disebut fitoremediasi. Tanaman air memerlukan nutrisi untuk pertumbuhannya, untuk kebutuhan nutrisi tersebut tanaman air melalui proses fitoremediasi melakukan penguraian bahan pencemar sehingga mempunyai nilai manfaat oleh tanaman air lahan basah. Media tanam juga berperan dalam mengurangi bahan pencemar melalui proses adsorpsi, sehingga kombinasi tanaman dan media yang ada dilahan basah sangat berperan dalam mengurangi bahan pencemar dalam limbah cair (Syafrani, 2010).

### 2.6.1. Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*)

Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*) adalah jenis tumbuhan monokotil dan famili pandanaceae yang memiliki daun beraroma wangi khas. Pandan merupakan tumbuhan khas kawasan tropic, Tumbuhan ini akan tumbuh subur bila ditanam di tepi sungai, rawa dan di tempat-tempat yang agak lembab. Tetapi hendaknya tidak ditanam di dataran yang ketinggiannya melebihi 500 mdpl. Tumbuhan ini mudah dijumpai di pekarangan atau

tumbuh liar di tepi-tepi selokan yang teduh. Akarnya besar dan memiliki akar tunggang yang menopang tumbuhan ini bila telah cukup besar. Daunnya memanjang seperti daun palem dan tersusun secara roset yang rapat, panjangnya dapat mencapai 60cm.

Beberapa varietas memiliki tepi daun yang bergerigi, aroma harum yang khas ini terasa kuat ketika daunnya masih cukup segar atau agak kering. Daun pandan sudah lama dikenal sebagai penumbuh aroma pada produk makanan, produk kecantikan, hingga produk kesehatan. Namun, saat ini, daun pandan juga bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan tikar, tas, dan berbagai suvenir lainnya. Tentu saja, nilai ekonomis kerajinan pandan ini juga tinggi (Ambarwati et al., 2009).



**Gambar 2.2** Tanaman Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb)

Pandan wangi merupakan salah satu tanaman yang telah dilakukan penelitian dalam mengolah air limbah domestik. Dari hasil penelitian terbukti cukup efektif dalam mengasimilasi bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah domestik. Hasil penelitian terdahulu dengan Judul penelitian Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sistem *Constructed Wetland* Dengan Tanaman *Pandanus Amaryllifolius* dan *Azolla Microphilla*. Dapat menurunkan kadar BOD sebesar 30,47%-38,34%, penurunan kadar COD sebesar 10,45%-14,69%, penurunan kadar Amoniak sebesar 16,84%-24,44% dan penurunan kadar Fosfat sebesar 26,23%-29,03% yang dilakukan selama 14 hari.

### 2.6.2. Wlingen (*Scirpus grossus*).

Berwarna hijau dengan stolons panjang/rimpang berakhir umbi kecil. Batang tajam tiga-siku dengan sisi cekung, hingga 200 cm, tinggi 10 mm, septate, halus atau sedikit scabrid menuju puncak. Daun sepanjang 50-80 cm, lebar daun mencapai 2 cm, deretan tunas pada bagian bawah, scabrid pada tepi, dan berbulu. Selubung yang luas, spons, dengan serat melintang menonjol. Perbungaan tidak teratur, cabang-cabang utama menuju ujung cabang primer, dan sempit miring, panjang 5-17 cm. Perbungaan bercabang dua atau lebih, berdaun, panjang 15-70 cm. Bulir menyendiri, tidak bertangkai, nyaris berbentuk bulat telur, panjang 2-4 mm lebar 3-10 mm, memiliki banyak bunga. Glume spiral teratur, luas oval, cekung, coklat kemerahan dengan pelepah hijau dan mucronate. Mahkota bunga berbentuk 4-6 filiform hypogynous dengan bulu, jarang ditutupi rambut dan menunjuk ke bawah, berada sepanjang biji. Benang sari dan putik berjumlah tiga. Biji berbentuk segitiga, halus, berwarna coklat, panjang 1,25-1,75 mm dengan lebar 1 mm (Kostermans *et al.*, 1987)



**Gambar 2.3** Tanaman Wlingen (*Scirpus grossus*)

Tanaman wlingen mempunyai kemampuan untuk menyerap zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang terdapat pada dasar media. Wlingen merupakan salah satu tanaman yang telah dilakukan penelitian dalam mengolah air limbah domestik. Dari hasil penelitian terbukti cukup efektif dalam mengasimilasi bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah domestik. Hasil penelitian terdahulu dengan Judul Studi Fitoremediasi Air Limbah Rumah

Tangga Menggunakan Tanaman Wlingen (*Scirpus grossus*) dan Teratai (*Nymphaea firecrest*). Untuk untuk mengetahui sejauhmana pengaruh fitoremediasi terhadap peningkatan kualitas limbah rumah tangga dan membandingkan kualitas limbah rumah tangga yang telah melalui proses fitoremediasi dengan baku mutu. Hasil penelitian ini adalah dapat mengurangi 83,04% TSS, 13,12% pH, 58,23% BOD, 48,32% Nitrit dan 11,76% Sulfat.

## 2.7. Analisis Debit Air Limbah dan Waktu Tinggal Air Limbah

Perhitungan debit air limbah berdasarkan pada konsumsi air bersih per orang perhari. Besarnya air bersih yang akan menjadi air limbah tersebut diperkirakan sebanyak 70% hingga 80% dari penggunaan air bersih. Tetapi untuk mengetahui debit real, diperlukan pengukuran langsung dari inlet. Waktu tinggal/detensi adalah waktu tinggal air limbah dalam unit pengolahan. Waktu tinggal dihitung dengan persamaan (Hapsari & Ritohardoyo, 2013) :

### a. *Free surface flow*

$$t = \frac{V}{Q} \quad 2.1$$

### b. *Sub surface flow*

$$t = \frac{.V}{Q} \quad 2.2$$

Keterangan :

- t = Waktu tinggal (hari)
- = Porositas Media
- V = Volume Kolam (m<sup>3</sup>)
- Q = Debit rata rata (m<sup>3</sup>/hari)

Karakteristik media yang digunakan dalam kolam *constructed Wetlands* terdapat dalam Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Karakteristik media dalam *Sub Surface Flow (SSF)*

No	Tipe Media	Diameter Butiran (mm)	Porositas
1	Pasir Halus	3	0,32
2	Pasir Sedang	8	0,35
3	Pasir Kasar	15	0,37

Sumber: (*Crites and Tchobanoglous, 1998*)

### 2.8. Analisis *Constructed wetlands* Metode Crites & Tchobanoglous

Metode Crites & Tchobanoglous dengan *sub-surface flow* menghasilkan *effluent* dengan kualitas tinggi dalam menurunkan nilai BOD, TSS dan patogen. Dalam menganalisis luasan area CWs maka dilakukan dengan hasil pengukuran BOD, dimana menurunnya nilai BOD berkaitan dengan HRT (waktu tinggal) dan suhu, menggunakan persamaan:

$$HRT = \frac{V}{Q} = \frac{A \cdot dw}{Q} \quad 2.3$$

Keterangan:

HRT = Waktu tinggal (hari)

Q = Debit (m<sup>3</sup>/hari)

V = Volume CWs (m<sup>3</sup>)

A = Luas media (m<sup>2</sup>)

dw = Kedalaman media (m)

$$t' = -\ln \frac{C_e/C_o}{KT} \quad 2.4$$

Keterangan :

C = Konsentrasi polutan pada outlet saat pengukuran (mg/L)

Co = Konsentrasi polutan pada inlet saat pengukuran (mg/L)

$$K_T = K_{20} \cdot (1,1)^{(t-20)}$$

2.5

Keterangan :

$K_{20}$  = Konstanta laju penurunan BOD pada suhu referensi (20°C) yaitu sebesar (1.1/hari)

T = Suhu pengukuran (°C)

$K_T$  = Konstanta laju penurunan BOD pada suhu saat pengukuran

## 2.9. Penelitian Terdahulu

1. Nindin, 2019. Judul penelitian Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sistem *Constructed Wetland* Dengan Tanaman *Pandanus Amaryllifolius* dan *Azolla Microphilla*. Untuk Mengetahui efektifitas fitoremediasi sistem *sub surface flow* dan *free surface flow* dengan tanaman *Pandanus Amaryllifolius* dan *Azolla Microphilla* dalam memperbaiki kualitas air limbah domestik. Hasil Penelitian ini adalah penurunan kadar BOD sebesar 30,47%-38,34%, penurunan kadar COD sebesar 10,45%-14,69%, penurunan kadar Amoniak sebesar 16,84%-24,44% dan penurunan kadar Fosfat sebesar 26,23%-29,03% yang dilakukan selama 14 hari.
2. Sari, 2018. Judul Studi Fitoremediasi Air Limbah Rumah Tangga Menggunakan Tanaman Wlingen (*Scirpus grossus*) dan Teratai (*Nymphaea firecrest*). Untuk untuk mengetahui sejauhmana pengaruh fitoremediasi terhadap peningkatan kualitas limbah rumah tangga dan membandingkan kualitas limbah rumah tangga yang telah melalui proses fitoremediasi dengan baku mutu. Hasil penelitian ini adalah dapat mengurangi 83,04% TSS, 13,12% pH, 58,23% BOD, 48,32% Nitrit dan 11,76% Sulfat.
3. Ping HAN, 2013. Judul *Remediation of nutrient-rich waters using the terrestrial plant, Pandanus amaryllifolius Roxb.* Untuk Mengetahui efektifitas tanaman *Pandanus amaryllifolius* terhadap penurunan nitrat dan fosfat yang terkandung dalam limbah. Hasil penelitian adalah *Pandanus amaryllifolius* memiliki potensi yang relatif tinggi untuk menurunkan nitrat

dengan kandungan 200 mg/L menjadi 20 mg/L (90%) dan fosfat dengan kandungan 100mg/L menjadi 73 mg/L (27%) dengan waktu detensi 7 hari.

4. Nikola Fibrian F, 2014. Judul Aplikasi Sistem *Vertical* Dan *Horizontal Sub Surface Flow Wetlands* Dalam Pengolahan Kembali *Effluent* IPAL Perusahaan Obat Dan Obat Tradisional. Untuk mengkaji kualitas *effluent* IPAL perusahaan obat yang telah diolah dengan menggunakan metode lahan basah buatan aliran bawah permukaan vertikal (*VSSF Wetlands*) dan lahan basah buatan aliran bawah permukaan horizontal (*HSSF Wetlands*) serta mengkaji Efektifitasnya. Hasil penelitian adalah *VSSF Wetlands* secara efektif dapat menurunkan BOD, COD, nitrit dan amonia dengan Efektifitas berturut-turut sebesar 89.38%, 91.78%, 54.84% dan 71.58%. Sedangkan Efektifitas *HSSF Wetlands* berturut-turut 93.56%, 94.64%, 74.19% dan 59.93%.
5. Husnabilah & Tangahu, 2017. Judul Design of Sub- surface Constructed Wetlands for Greywater Treatment Using *Canna Indica*. Untuk mengetahui kemampuan *Sub- Surface Constructed Wetlands* dalam mendegradasi kontaminan yang terkandung dalam *greywater*. Kualitas hasil pengolahan pengolahan *greywater* yg diperoleh dari BOD 190,43 mg/L; COD 289,17 mg/L; TSS 206,67 mg/L menjadi BOD 30 mg/L, COD 46,28 mg/L; TSS 26,67 mg/L.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskripsi kuantitatif dan eksperimental. Penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang bersifat sistematis dan menggunakan model-model yang bersifat matematis. Sedangkan penelitian eksperimental merupakan penelitian dimana peneliti mengendalikan variabel bebas dan melakukan observasi terhadap variabel terikat.

### **3.2. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan hanya pada wilayah Desa Kuta Padang. Desa Kuta Padang terletak di Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh barat Provinsi Aceh dengan luas wilayah seitar 1,02 km<sup>2</sup>. Sebelah Utara berbatasan dengan Gampong Ujung Baroh, sebelah Timur berbatasan dengan Gampong Ujung Kalak, dan sebelah Barat berbatasan dengan Desa Suak Ribee. Desa Kuta Padang terdapat 6 dusun, yaitu dusun Gn. Leuser, Gn. Geurutee, Gn. Keumala, Gn. Seulawah, Gn. Singgah Mata, dan Gn. Singgah Mata II.

Pengujian parameter BOD, COD, TSS, pH dan suhu dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri (Baristan), Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.2.1 Halaman 45 dan Gambar A.2.2 Halaman 46. Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Februari sampai bulan April 2022. Pengambilan sampel air limbah *greywater* dilakukan pada hari Minggu dan Senin, saat pukul pagi hari jam 09.00 dan sore hari jam 17.00 WIB. Bagan alir atau kerangka berfikir dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.1 Halaman 38.

### **3.3. Variabel Penelitian**

Berikut adalah variabel-variabel dalam penelitian ini:

- a) Variabel bebas (*independent variable*) yaitu tanaman pandan, wlingen dan air limbah domestik.

- b) Variabel terikat (*dependent variable*) yaitu penurunan COD, BOD, Suhu dan pH sebelum dan sesudah *fitoremediasi* dengan konsep CWs.

### **3.4. Sampel**

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah domestik yang dihasilkan dari limbah cair hasil buangan dari perumahan (rumah tangga) yang berada di Desa Kuta Padang, Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh Barat. Selanjutnya di uji kadar air limbah berupa air limbah *greywater*.

### **3.5. Metode Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari objek yang ingin diteliti dalam suatu penelitian. Data primer dalam penelitian ini adalah data sampel yang diperoleh langsung dari saluran buangan air limbah. Sedangkan data sekunder merupakan data yang sudah diolah terlebih dahulu seperti data sekunder yang bersumber dari jurnal, buku, publikasi, pemerintah, dan sumber lain yang mendukung. Data sekunder dalam penelitian ini adalah peta dan syarat baku mutu air limbah domestik menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016, dapat dilihat pada Tabel 2.1 halaman 6-7 tentang baku mutu air limbah.

### **3.6. Alat dan Bahan**

#### **3.6.1. Alat**

Berikut adalah alat yang digunakan pada penelitian ini :

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 1. Wadah    | 5. Corong air |
| 2. Pipa pvc | 6. Gayung     |
| 3. Jerigen  | 7. Termometer |
| 4. Lem pipa | 8. Meteran    |

#### **3.6.2. Bahan**

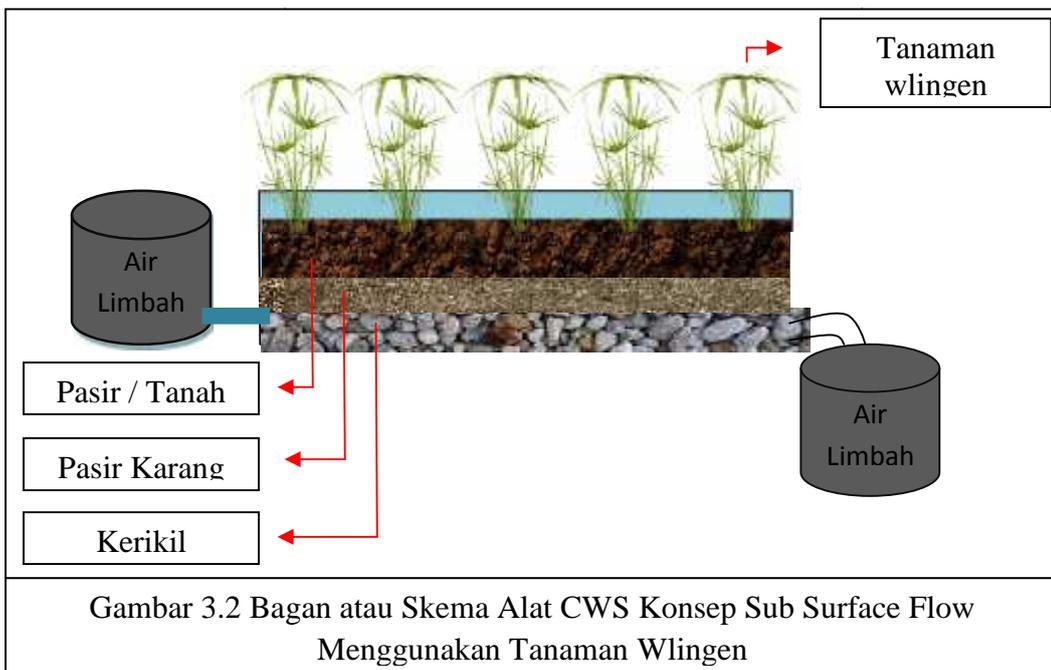
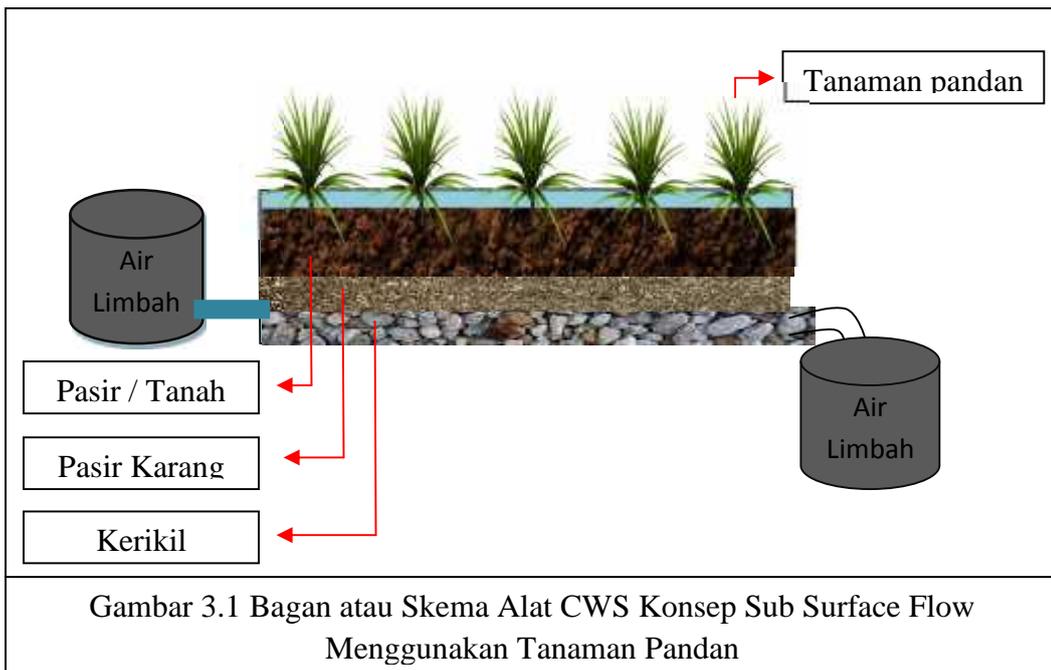
Berikut adalah bahan yang digunakan pada penelitian ini :

1. Sampel air limbah domestik

2. Tanaman pandan dan wlingen
3. Kerikil
4. Pasir
5. Pasir karang

### 3.7. Bagan / Skema Alat CWS

Berikut adalah bagan atau skema alat CWS yang menggunakan sistem *Sub Surface Flow*



### 3.8 Pelaksanaan Penelitian

Berikut adalah Pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahapan pertama: Pengambilan dan pengujian sampel air limbah.

Tahapan pertama yang dilakukan adalah pengambilan sampel air limbah Dilokasi penelitian yaitu Desa Kuta Padang.



Gambar 3.3 Pengambilan sampel air limbah

Selanjutnya pemeriksaan terlebih dahulu sampel air limbah sebelum diuji *Constructed Wetlands (CWs)* dengan media tanam. Pemeriksaan sampel air limbah tersebut meliputi parameter BOD, COD, TSS, pH dan Suhu.



Gambar 3.4 Kondisi air limbah sebelum difitoremediasi dengan konsep CWS

2. Tahapan kedua : Persiapan media *Constructed Wetlands* (CWs) atau lahan basah buatan.

Tahapan kedua yang dilakukan adalah mempersiapkan media *Constructed Wetlands* (CWs) dengan sistem *sub surface flow* atau disebut aliran bawah permukaan. Media CWS yang akan disiapkan sebanyak 3 (tiga) media untuk tanaman pandan dan 3 (tiga) media untuk tanaman wlingen, media berupa 2 jerigen dan 4 ember anti pecah.



Gambar 3.5 Media *Constructed Wetlands* (CWs) dengan sistem *sub surface flow*

Media filter yang disiapkan berupa kerikil dengan kedalamannya 6 cm, pasir karang dengan kedalamannya 6 cm dan pasir dengan kedalamannya 10 cm.



Gambar 3.6 Media filter berupa kerikil, pasir karang, dan pasir

3. Tahapan ketiga : Persiapan tanaman air untuk proses *fitoremediasi* air limbah.

Tahapan ketiga yang dilakukan adalah mempersiapkan tanaman air untuk proses *fitoremediasi* air limbah yaitu tanaman pandan wangi dan wlingen. Jumlah rumpun untuk tanaman pandan dan wlingen masing-masing 5 rumpun.



Gambar 3.7 Tanaman pandan wangi dan wlingen

4. Tahapan keempat : Pengamatan sampel air limbah dengan sistem *fitoremediasi* dengan konsep CWs-SSF.

Tahapan keempat yang dilakukan adalah pengamatan sampel air limbah dengan sistem *fitoremediasi* dengan konsep CWs-SSF. Setelah media tanam disiapkan, Tanaman yang akan diuji dibiarkan tumbuh dan beradaptasi terlebih dahulu dengan media tanam selama 7 hari.



Gambar 3.8 Tanaman yang sudah berada di media tanam

Melakukan pengamatan sistem pengelolaan air limbah domestik dengan penerapan CWS menggunakan media tanaman pandan dan wlingen. Dimana masing-masing media akan dilakukan pengamatan dengan waktu kontak yaitu selama 9 hari dengan total sampel pengamatan 12 sampel.



Gambar 3.9 Proses *fitoremediasi* air limbah selama waktu kontak 9 hari

5. Tahapan kelima: Pengujian sampel air limbah dan analisis efisiensi penurunan kadar air limbah.

Tahapan kelima yang dilakukan adalah pengujian sampel air limbah meliputi parameter BOD, COD, TSS, pH, suhu dan analisis efisiensi penurunan kadar air limbah.



Gambar 3.10 Air limbah setelah difitoremediasi dengan konsep CWS

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan diuraikan tentang hasil dan pembahasan untuk mengetahui besarnya efisiensi penurunan kadar air limbah dari penggunaan tanaman pandan dan wlingen. Efisiensi penurunan dapat langsung dilihat dari analisis laboratorium air limbah awal dengan air limbah yang sudah di *fitoremediasi* dengan konsep CWS-SSF. Kemudian juga ada pengolahan data menggunakan rumus-rumus yang telah dijabarkan pada tinjauan kepustakaan BAB II.

### **4.1. Kondisi Fisik Tanaman Pandan Wangi dan Wlingen**

Pada proses pengolahan air limbah secara *fitoremediasi*, tanaman mempunyai peranan penting dalam menurunkan kontaminan. Sehingga kondisi fisik tanaman harus dalam kondisi baik selama proses *fitoremediasi*. Dari hasil pengamatan di lapangan tanaman pandan wangi dan wlingen tumbuh dengan baik. Pada Gambar 3.9 menunjukkan bahwa tanaman pandan dan wlingen mempunyai pertumbuhan yang baik selama 9 hari di dalam media tanam.

### **4.2. Hasil Pengujian Sebelum dan Sesudah Fitoremediasi**

Pengolahan air limbah adalah serangkaian proses yang dilakukan untuk menghilangkan dan membersihkan limbah hasil industri, komersial atau rumah tangga yang terkandung di dalam air sehingga dapat dimanfaatkan kembali oleh lingkungan tanpa memberikan dampak negatif apapun. Penerapan konsep *fitoremediasi* dengan sistem *sub surface flow* ini bertujuan untuk menurunkan kadar air limbah BOD, COD, TSS, pH dan suhu menggunakan *fitoremediasi* dengan tanaman pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*) dan wlingen (*Scirpus grossus*). Hasil pengujian sampel air limbah domestik yang meliputi parameter BOD, COD, TSS, pH, dan suhu dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 Halaman 27.

Tabel 4.1. Hasil Uji Air Limbah Sebelum Proses Fitoremediasi

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji	Keterangan
1	BOD	SNI.6989.72:2009	mg/L	151,76	
2	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	502,96	
3	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	5,55	
4	TSS	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	248	
5	Suhu		Derajat	31	

Tabel 4.2. Hasil Uji Air Limbah Sesudah Proses Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Pandan Selama 9 Hari

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji	Keterangan
1	BOD	SNI.6989.72:2009	mg/L	101,89	
2	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	203,9	
3	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	7,94	
4	TSS	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	87	
5	Suhu		Derajat	31	

Tabel 4.3. Hasil Uji Air Limbah Sesudah Proses Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Wlingen Selama 9 Hari

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji	Keterangan
1	BOD	SNI.6989.72:2009	mg/L	3,39	
2	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	35,68	
3	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	7,64	
4	TSS	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	17,8	
5	Suhu		Derajat	31	

#### 4.2.1. Penurunan *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium konsentrasi hasil pengujian *Biological Oxygen Demand* (BOD) dengan sistem fitoremediasi media tanaman pandan wangi dan wlingen sebagai berikut:

Tabel 4.4. Tabel *Biological Oxygen Demand* BOD dengan variasi tanaman

No	Tanaman	Parameter BOD		Penurunan	Persentase
		Sebelum	Sesudah		
1	Pandan Wangi	151,76	101,89	49,87	33 %
2	Wlingen	151,76	3,39	148,37	98 %

Nilai BOD merupakan parameter pencemar air limbah yang dapat menunjukkan derajat pengotoran air limbah (Moh. Sholichin, 2012). Berdasarkan Tabel 4.4. Halaman 27, bahwa pada tanaman pandan wangi nilai BOD sebelum proses fitoremediasi sebesar 151,76 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 101,89 mg/L, menghasilkan bahwa tanaman pandan wangi dapat menurunkan dengan efisiensi penurunan BOD sebesar 33 %. Sedangkan pada tanaman wlingen nilai BOD sebelum proses fitoremediasi sebesar 151,76 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 3,39 mg/L, menghasilkan bahwa tanaman wlingen dapat menurunkan dengan efisiensi penurunan BOD sebesar 98 %. Dari hasil pengolahan air limbah menggunakan fitoremediasi terlihat bahwa yang menggunakan tanaman wlingen dengan konsep CWs jauh lebih baik menurunkan kadar BOD dimana sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016, nilai BOD maksimal adalah sebesar 30 mg/L dan fitoremediasi menggunakan tanaman wlingen nilai BOD sebesar 3,39 mg/L.

Hasil studi ini dapat disimpulkan bahwa tanaman wlingen dapat mengurangi kadar BOD dari air limbah domestik sebesar 98% dengan waktu kontak 9 hari. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu oleh Fitri dan Nila Sari, 2013. Dimana hasil peneliti terdahulu memperoleh penurunan kadar BOD sebesar 58,23% dengan waktu kontak 5 hari. Begitu pula dengan tanaman pandan wangi, dimana tanaman ini dapat mengurangi kadar BOD dari air limbah domestik. Hasil studi, menggunakan fitoremediasi pandan wangi dengan konsep CWs-SSF dengan efisiensi penurunan 33% dengan waktu kontak 9 hari. Sedangkan peneliti terdahulu oleh Nindin, 2019, memperoleh efisiensi penurunan BOD sebesar 30,47% dengan waktu kontak 14 hari. Perbedaan persentase penurunan kadar BOD dimungkinkan karena perbedaan jumlah rumpun.

#### **4.2.2. Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD)**

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium konsentrasi hasil pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan sistem fitoremediasi media pandan wangi dan wlingen sebagai berikut:

Tabel 4.5. Tabel *Chemical Oxygen Demand (COD)* dengan variasi tanaman

No	Tanaman	Parameter COD		Penurunan	Persentase
		Sebelum	Sesudah		
1	Pandan Wangi	502,96	203,9	299,06	59 %
2	Wlingen	502,96	35,68	467,28	93 %

Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat teroksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Moh. Sholichin, 2012). Berdasarkan Tabel 4.5. di atas, bahwa pada tanaman pandan wangi nilai COD sebelum proses fitoremediasi sebesar 502,96 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 203,9 mg/L, menghasilkan bahwa tanaman pandan wangi dapat menurunkan dengan efisiensi penurunan COD sebesar 59 %. Sedangkan pada tanaman wlingen nilai COD sebelum proses fitoremediasi sebesar 502,96 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 35,68 mg/L, menghasilkan bahwa tanaman wlingen dapat menurunkan dengan efisiensi penurunan COD sebesar 93%. Dari hasil pengolahan air limbah menggunakan fitoremediasi terlihat bahwa yang menggunakan tanaman wlingen dengan konsep CWs jauh lebih baik menurunkan kadar COD dibandingkan dengan tanaman pandan wangi.

Tanaman wlingen dan tanaman pandan wangi merupakan salah satu tanaman yang telah dilakukan penelitian dalam mengolah air limbah domestik. Dari hasil penelitian terbukti cukup efektif dalam mengasimilasi bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah domestik. Hasil penelitian terdahulu oleh Nindin, 2019 menggunakan tanaman pandan wangi dapat menurunkan kadar COD sebesar 14,69% dengan waktu kontak 14 hari. Sedangkan studi ini, dapat menurunkan kadar COD air limbah sebesar 59% dengan waktu kontak 9 hari. Perbedaan efisiensi penurunan kadar COD ini dimungkinkan karena variasi dari jumlah rumpun.

#### **4.2.3. Penurunan *Total Suspended Solid (TSS)***

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium konsentrasi hasil pengujian *Total Suspended Solid (TSS)* dengan sistem fitoremediasi media pandan wangi

dan wlingen sebagai berikut:

Tabel 4.6. Tabel *Total Suspended Solid* (TSS) dengan variasi tanaman

No	Tanaman	Parameter TSS		Penurunan	Persentase
		Sebelum	Sesudah		
1	Pandan Wangi	248	87	161	65 %
2	Wlingen	248	17,8	230,2	93 %

Nilai TSS merupakan parameter indikator tingkat kesuburan di suatu perairan. Tinggi rendahnya parameter tersebut dipengaruhi oleh faktor hidrologi perairan (pasang surut, suhu, salinitas, pH, arus, kecerahan) (Moh. Sholichin, 2012). Berdasarkan Tabel 4.6. di atas, bahwa pada tanaman pandan wangi nilai TSS sebelum proses fitoremediasi sebesar 248 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 87 mg/L, menghasilkan bahwa tanaman pandan wangi dapat menurunkan dengan efisiensi penurunan TSS sebesar 65 %. Sedangkan pada tanaman wlingen nilai TSS sebelum proses fitoremediasi sebesar 248 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 17,8 mg/L, menghasilkan bahwa tanaman wlingen dapat menurunkan dengan efisiensi penurunan TSS sebesar 93 %. Dari hasil pengolahan air limbah menggunakan fitoremediasi terlihat bahwa yang menggunakan tanaman wlingen dengan konsep CWs jauh lebih baik menurunkan kadar TSS dibandingkan dengan tanaman pandan wangi.

Tanaman wlingen dan pandan wangi merupakan salah satu tanaman yang telah dilakukan penelitian dalam mengolah air limbah domestik. Dari hasil penelitian terbukti cukup efektif dalam mengasilmilasi bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah domestik dalam mengurangi kadar TSS dari air limbah. Hasil penelitian terdahulu oleh Fitri dan Nila Sari, 2013, menggunakan tanaman wlingen dapat menurunkan kadar TSS sebesar 83,04 % dengan waktu kontak 5 hari. Sedangkan pada studi ini, dapat mengurangi kadar TSS dari air limbah domestik sebesar 93% dengan waktu kontak 9 hari. Hasil penelitian terdahulu oleh Nindin, 2019, menggunakan Tanaman pandan wangi dapat menurunkan kadar TSS sebesar 16,84 % dengan waktu kontak 14 hari. Sedangkan pada studi ini, fitoremediasi dengan konsep CWs-SSF mampu menurunkan kadar

TSS sebesar 65% dengan waktu kontak 9 hari. Perbedaan penurunan cukup signifikan, dimungkinkan karena variasi jumlah rumpun tanaman pandan wangi.

#### 4.2.4. Keasaman Air (pH)

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium konsentrasi hasil pengujian keasaman air (pH) dengan sistem fitoremediasi media pandan wangi dan wlingen sebagai berikut:

Tabel 4.7. Tabel keasaman air (pH) dengan variasi tanaman

No	Tanaman	Parameter pH		Persentase
		Sebelum	Sesudah	
1	Pandan Wangi	5,55	7,94	30 %
2	Wlingen	5,55	7,64	27 %

Nilai pH merupakan ukuran kualitas air yang menunjukkan derajat keasaman air, dimana pH yang baik berkisar antara 6 - 8 (netral 7). Semakin kecil nilai pH maka air tersebut akan semakin asam (Moh. Sholichin, 2012). Berdasarkan Tabel 4.7. bahwa pada tanaman pandan wangi nilai pH sebelum proses fitoremediasi sebesar 5,55 (bersifat asam) dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 7,94. Studi ini menunjukkan bahwa tanaman pandan wangi dapat menaikkan nilai pH sebesar 30 %. Sedangkan pada tanaman wlingen parameter pH air limbah sesudah proses fitoremediasi naik menjadi 7,64 atau sebesar 27 %.

Dari hasil pengolahan air limbah menggunakan fitoremediasi terlihat bahwa yang menggunakan tanaman wlingen dengan konsep CWs jauh lebih baik menetralkan kadar pH dimana sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016, nilai pH netral adalah sebesar 7 dan hasil fitoremediasi menggunakan tanaman wlingen sebesar 7,64. Sesuai dengan pernyataan dari peneliti terdahulu, bahwa tanaman wlingen dan pandan wangi merupakan salah satu tanaman yang dapat mengurangi kadar air limbah domestik. Dari hasil penelitian terbukti cukup efektif dalam mengasimilasi bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah domestik. Hasil penelitian terdahulu oleh Fitri dan Nila Sari, 2013, dengan menggunakan tanaman wlingen dapat menetralkan kadar pH sebesar 58,23 % dengan waktu kontak 5 hari. Sedangkan pada studi ini,

kenaikkan pH air limbah sebesar 30% dengan waktu kontak 9 hari. Perbedaan ini dimungkinkan karena variasi jumlah rumpun dan variasi waktu kontak tanaman dengan air limbah.

#### 4.2.5. Penurunan Suhu

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium konsentrasi hasil pengujian Suhu dengan sistem fitoremediasi media pandan wangi dan wlingen sebagai berikut:

Tabel 4.8. Tabel suhu dengan variasi tanaman

No	Tanaman	Parameter Suhu	
		Sebelum	Sesudah
1	Pandan Wangi	31	31
2	Wlingen	31	31

Nilai suhu dari air limbah sangat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi kimia dan tata kehidupan dalam air. Pembusukan terjadi pada suhu tinggi serta tingkat oksidasi yang juga lebih besar. Pengukuran suhu penting karena umumnya instalasi pengolahan air limbah meliputi proses biologis yang bergantung suhu. Suhu air limbah biasanya lebih tinggi daripada air bersih, karena adanya tambahan air hangat dari perkotaan (Tchobanoglous, 1991). Berdasarkan Tabel 4.8. di atas, bahwa pada tanaman pandan wangi dan wlingen sebelum proses fitoremediasi sebesar 31° dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 31° memiliki suhu tetap. Studi ini menunjukkan bahwa tanaman pandan wangi dan tanaman wlingen dengan waktu kontak 9 hari tidak dapat menurunkan nilai suhu dan berada di atas ambang batas baku mutu menurut Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, sebesar maksimal 29°.

Air yang baik harus memiliki temperatur yang sama dengan temperatur udara (20-30°C). Air yang sudah tercemar mempunyai temperatur di atas atau di bawah temperatur udara. Tinggi rendah suhu air di pengaruhi oleh suhu udara sekitarnya dan intensitas paparan sinar matahari yang masuk ke badan air, intensitas sinar matahari dipengaruhi oleh penutupan awan, musim dan waktu

dalam hari, semakin banyak intensitas sinar matahari yang mengenai badan air maka akan membuat suhu air sungai semakin tinggi (Agustiningsih, 2012)

#### 4.3. Analisis Waktu Tinggal Air Limbah

Diketahui :  $\alpha = 0,35$  (pasir sedang)

$$V = 32,48 \text{ m}^3$$

$$t = 53 \text{ menit}$$

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{32,48}{53} = 882,47 \text{ m}^3/\text{hari}$$

a) persamaan (Hapsari & Ritohardoyo, 2013) :

*Sub Surface Flow*

$$t = \frac{V \cdot \alpha}{Q} = \frac{32,48 \times 0,35}{882,47} = 0,013 \text{ hari}$$

b) Persamaan Metode Crites & Tchobanoglous :

*Sub Surface Flow*

$$HRT = \frac{V}{Q} = \frac{A \cdot dw}{Q} = \frac{32,48}{882,47} = 0,037 \text{ hari}$$

Dari kedua persamaan tersebut menghasilkan waktu tinggal yang optimal adalah kurang lebih 1 hari, jadi dapat disimpulkan bahwa dengan waktu tinggal 9 hari sudah optimal untuk menurunkan kadar air limbah.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

1. Karakteristik air limbah rumah tangga di Desa Kuta Padang, menurut Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik bahwa parameter pH masih aman, sedangkan parameter BOD, COD, TSS dan Suhu sudah berada di atas ambang batas.
2. Tanaman pandan wangi dan proses filterisasi dapat menurunkan kadar :
  - Parameter BOD dengan sebelum proses fitoremediasi sebesar 151,76 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 101,89 mg/L, dengan efisiensi penurunan BOD sebesar 33 %.
  - Parameter COD sebelum proses fitoremediasi sebesar 502,96 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 203,9 mg/L, dengan efisiensi penurunan COD sebesar 59 %.
  - Parameter TSS sebelum proses fitoremediasi sebesar 248 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 87 mg/L, dengan efisiensi penurunan TSS sebesar 65 %.
  - Parameter pH sebelum proses fitoremediasi sebesar 5,55 dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 7,94 dapat menaikkan nilai pH sebesar 30 %.
  - Parameter suhu sebelum proses fitoremediasi sebesar 31° dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 31° dan memiliki suhu tetap.
3. Tanaman wlingen dan proses filterisasi dapat menurunkan kadar :
  - Parameter BOD sebelum proses fitoremediasi sebesar 151,76 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 3,39 mg/L, dengan efisiensi penurunan BOD sebesar 98 %.
  - Parameter COD sebelum proses fitoremediasi sebesar 502,96 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 35,68 mg/L, dengan efisiensi penurunan COD sebesar 93%.

- Parameter TSS sebelum proses fitoremediasi sebesar 248 mg/L dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 17,8 mg/L, dengan efisiensi penurunan TSS sebesar 93 %.
  - Parameter pH sebelum proses fitoremediasi sebesar 5,55 dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 7,64 dapat menaikkan nilai pH sebesar 27 %.
  - Parameter suhu sebelum proses fitoremediasi sebesar 31° dan sesudah proses fitoremediasi sebesar 31° dan memiliki suhu tetap.
4. Tanaman yang lebih efisien untuk menurunkan kadar parameter BOD, COD, TSS dan menetralkan pH adalah tanaman wlingen.
  5. Menganalisis dari Kedua persamaan Hapsari & Ritohardoyo, 2013 dan persamaan Crites & Tchobanoglous menghasilkan waktu tinggal yang optimal adalah kurang lebih 1 hari, jadi dapat disimpulkan bahwa dengan waktu tinggal 9 hari sudah optimal untuk menurunkan kadar air limbah.

## **5.2. Saran**

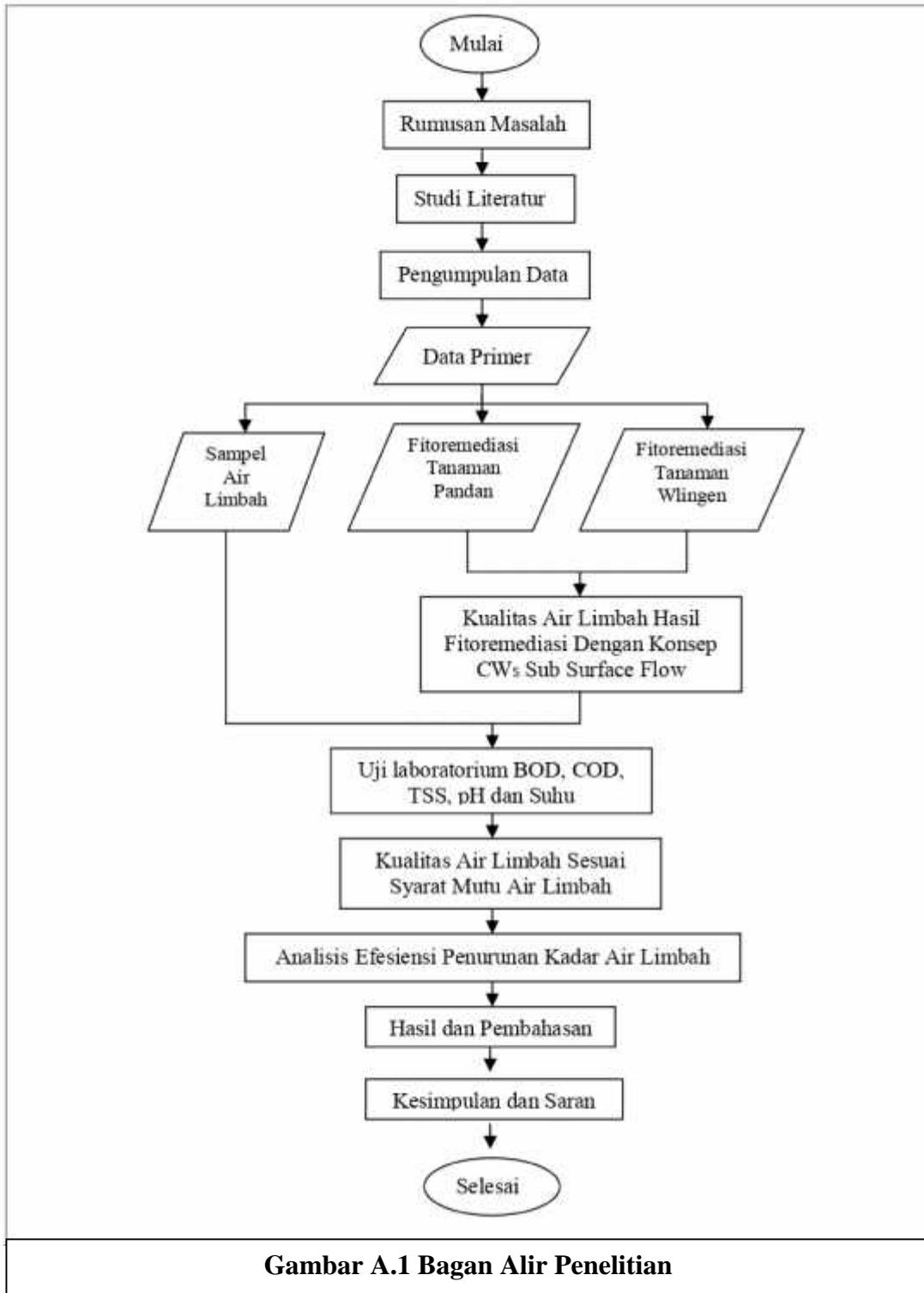
1. Hasil penelitian dengan sistem fitoremediasi menggunakan tanaman dapat diterapkan di masyarakat sehingga air limbah tidak langsung dibuang ke saluran drainase yang dapat membuat gangguan dan pencemaran lingkungan.
2. Perlu dilakukan sosialisasi tentang pencemaran air limbah dilingkungan sekitar dan aplikasi langsung di masyarakat.
3. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan 2 tanaman berbeda agar dapat diketahui penurunan kadar limbah paling efektif dengan variasi waktu kontak.

## DAFTAR PUSTKA

1. Ambarwati, Astusi, D., & Pratama, A. B. (2009). Pemanfaatan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb .) sebagai Larvasida Alami. *Jurnal Kesehatan*, 2(2), 115–124.
2. Arief, Latar Muhammad. 2016. Pengolahan Limbah Industri Dasar Dasar Pengetahuan dan Aplikasi di Tempat Kerja. Yogyakarta .
3. Eddy, M. and. (1991). Jurnal universitas islam indonesia. *Unniversitas Islam Indonesia*, 4–26.
4. F, N. F., Sunoko, H. R., & Izzati, M. (2014). Aplikasi Sistem Vertical Dan Horizontal Sub Surface Flow Wetlands Dalam Pengolahan Kembali Effluent Ipal Perusahaan Obat Dan Obat Tradisional. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 5(1), 29–36.
5. Fathiyah, N., Pin, T. G., & Saraswati, R. (2017). Pola Spasial dan Temporal Total Suspended Solid (TSS) dengan Citra SPOT di Estuari Cimandiri , Jawa Barat. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 1, 518–526.
6. Hapsari, A., & Ritohardoyo, S. (2013). Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sistem Constructed Wetlands dengan Tanaman *Pandanus amaryllifolius* dan *Azolla microphilla*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
7. Husnabilah, A., & Tangahu, B. V. (2017). Design of Sub-surface Constructed Wetlands for Greywater Treatment Using *Canna Indica* (Case Study: Kelurahan Keputih Surabaya). *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(5).
8. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68. (2016). Peraturan Menteri LHK No.68 th 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*, 68, 1–13.
9. Kostermans, A. J. G. H., S. Wirjahardja, dan R. J. Dekker. 1987. The Weeds: Description, Ecology and Control. pp 24-565. Dalam M. Soerjani, A.

- J. G. H. Kostermans, and G. Tjitrosoepomo, (eds.). Weeds of Rice in Indonesia. Balai Pustaka, Jakarta, Indonesia.
10. Moh. Sholichin (2012). Teknologi Pengolahan Air Limbah. Jurusan Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya.
  11. Nindi. (2019). Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sistem *Constructed Wetland* Dengan Tanaman *Pandanus Amaryllifolius* dan *Azolla Microphilla*. Universitas Gajah Mada.
  12. Nurmaliakasih, Y. ., Abdul, S., & Badrus, Z. (2017). Penyisihan bod dan cod limbah cair industri karet dengan sistem biofilter aerob dan plasma dielectric barrier discharge (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 14.
  13. Pokja Sanitasi. (2015). Program Percepatan Pembangun Sanitasi Permukiman Tahun 2015.
  14. Rohmah, N., & Sugiarto, A. T. (2008). Penurunan TS (TOTAL SOLID) pada Limbah Cair Industri Perminyakan dengan Teknologi AOP. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin Bidang Teknik Kimia Dan Tekstil*, 21, 44–48.
  15. Sari, F. D. N. (2018). Fitoremediasi Air Limbah Rumah Tangga Menggunakan Tanaman Wlingen (*Scirpus grossus*) dan Teratai (*Nymphea firecrest*). *Ready Star*, 1(1), 80–90.
  16. Sugiharto. (2008). Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah. Jakarta, Universitas Indonesia (UI-Pres).

## LAMPIRAN A



**Gambar A.1 Bagan Alir Penelitian**

**LAMPIRAN A**



**Gambar A.2 Kondisi air limbah di Desa Kuta Padang**

**LAMPIRAN A**





**Gambar A.5 Kondisi air limbah sebelum difitoremediasi dengan konsep CWS**



**Gambar A.6 Media *Constructed Wetlands* (CWS) dengan sistem *sub surface flow***



**Gambar A.7 Media filter berupa kerikil, pasir karang, dan pasir**



**Gambar A.8 Tanaman yang sudah berada di media tanam**



**Gambar A.9** Proses *fitoremediasi* air limbah selama waktu kontak 9 hari

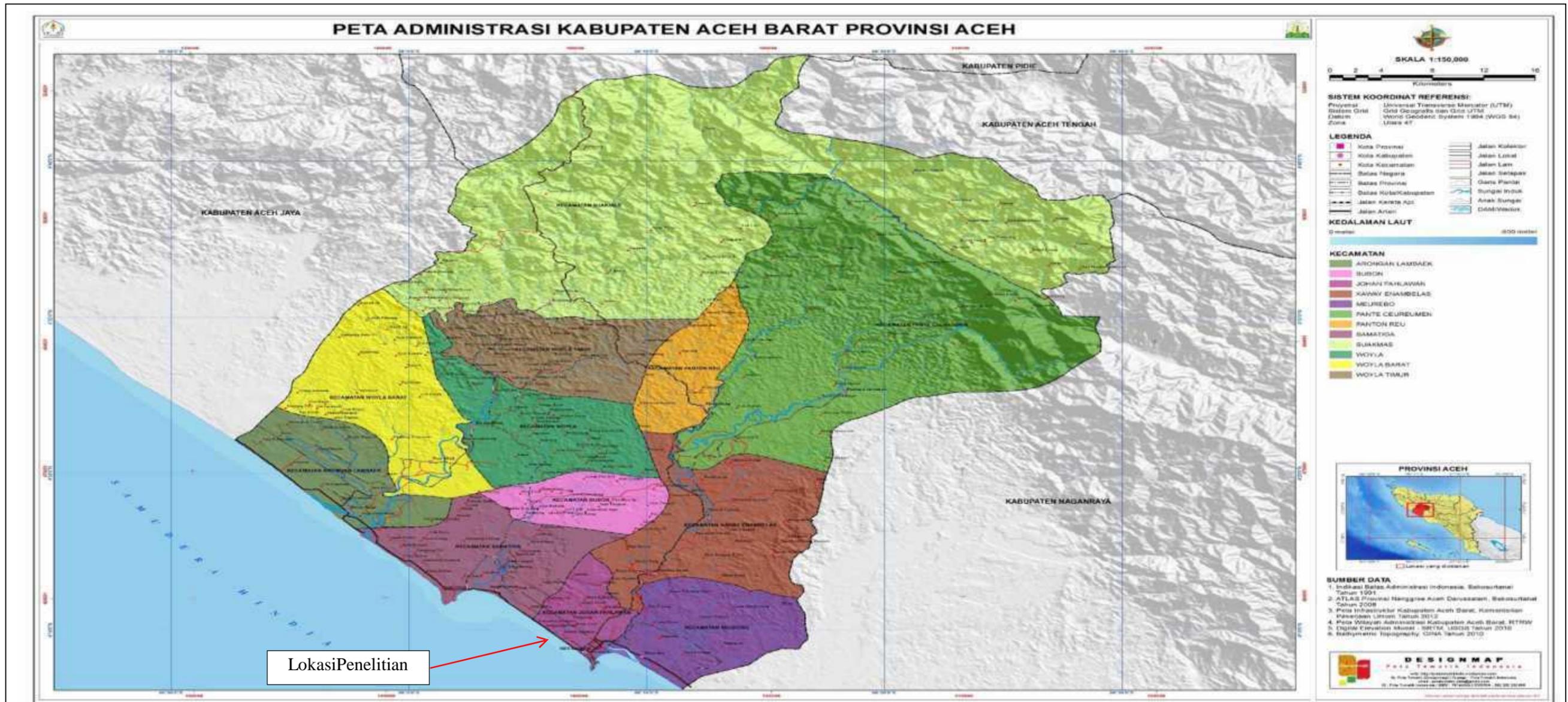


**Gambar A.10** Air limbah setelah difitoremediasi dengan konsep CWS



**Gambar A.11 Pengambilan Hasil Uji di Laboratorium**

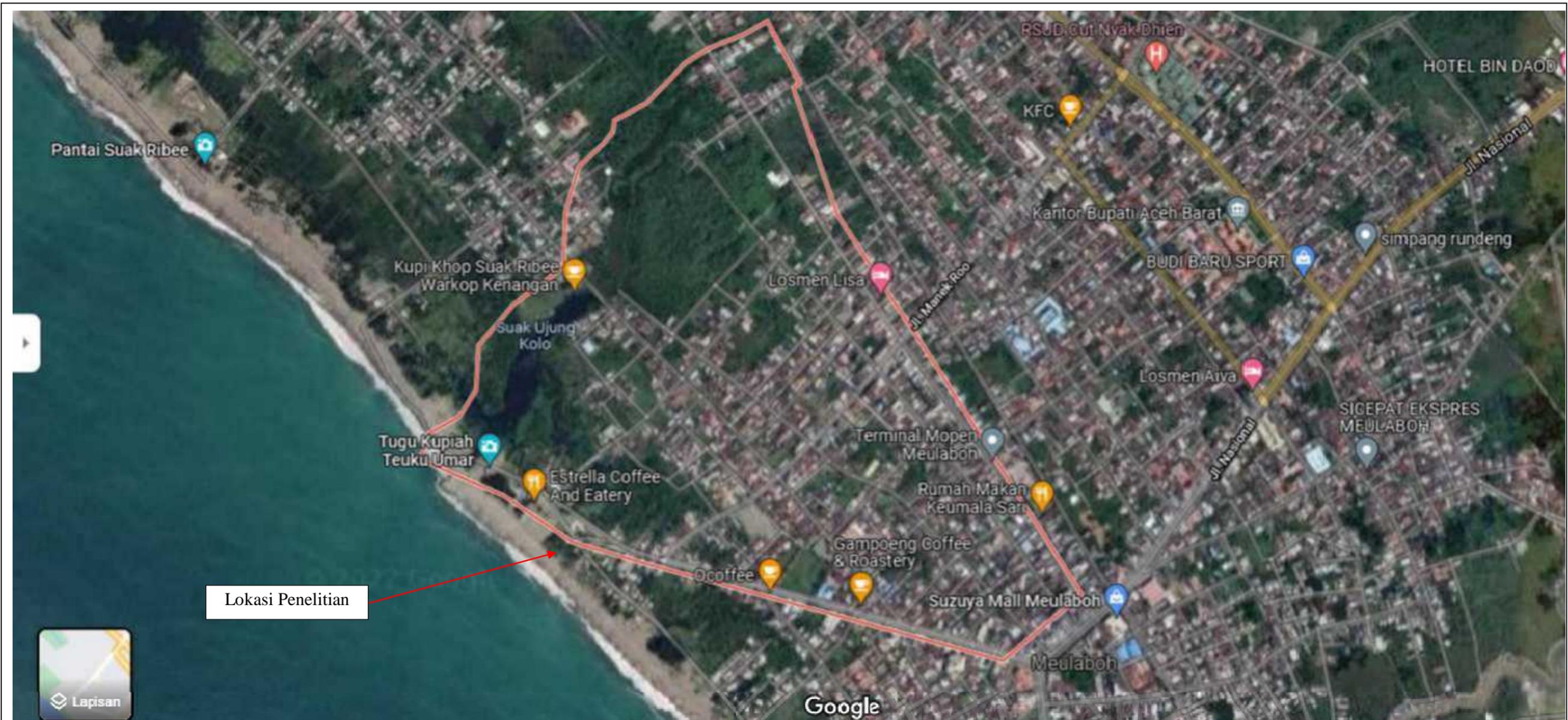
LAMPIRAN A



Gambar A.2.1. Peta Kabupaten Aceh Barat

Sumber : Bappeda

Jam / Tanggal Akses : 19:48 / 23 Februari 2022



Gambar A.2.2. Peta Lokasi/Layout Desa Kuta padang Kabupaten Aceh Barat

Sumber : <https://earth.google.com/web/search/desa+kuta+padang>

Jam / Tanggal Akses : 19:45 / 23 Februari 2022