

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Warisaura dkk. (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Stabilitas *Sistem Sub Surface Flow Constructed Wetland (SSF-CW)* Menggunakan Tanaman Melati Air dan Media Tanam Zeolit Untuk Menurunkan Logam Hg Metals”. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan stabilitas *Sub Surface Flow-Constructed Wetlands* dalam menurunkan kadar Hg di dalam air dengan kombinasi metode fitoremediasi menggunakan tanaman melati air dan media zeolit. Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah jenis metode yang sama-sama menggunakan sistem *constructed wetland* dengan kombinasi fitoremediasi. Sedangkan perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah tujuan pada penelitian sebelumnya yaitu untuk menurunkan kadar Hg di dalam air menggunakan tanaman melati air dan media tanam zeolit, sedangkan pada penelitian ini fokus penelitiannya adalah mengetahui kinerja dan efektifitas pada tanaman kayu apu dan kangkung air dalam mereduksi limbah cair domestik.

Adapun penelitian menggunakan tanaman kangkung air menggunakan sistem batch mampu menurunkan kadar fosfat dengan efisiensi sebesar 41,61%. Tanaman kangkung menggunakan sistem batch (curah) ter aerasi dalam pengolahan air limbah mampu menurunkan kadar fosfat dan detergen dengan efisiensi sebesar 97,76%; dan 90,77%. Penelitian lain dengan menggunakan tanaman kayu apu pada pengolahan air limbah sistem fitoremediasi mampu menurunkan kadar amonia sebesar 97,323%. Penggunaan tanaman kayu apu dalam menurunkan limbah organik pada limbah laundry mampu menyisihkan kadar BOD sebesar 98%, COD sebesar 96%, fosfat sebesar 99%. Rangkuman penelitian terdahulu mengenai kemampuan tanaman dalam pengolahan air limbah tersajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Dewi, dkk (2015)	Mengetahui tingkat efisiensi penyerapan fospat oleh tanaman kangkung air dan jeringau.. Penelitian dilakukan dengan sistem <i>batch</i>	Efisiensi penurunan fospat oleh kangkung air sebesar 41,61 % dan pada jeringau 53,75 %	Jenis limbah, variasi jenis tanman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan.
2.	Suastuti, dkk (2015)	Mengetahui kemampuan biofilter tanaman kangkungan ( <i>Ipomoea crassicaulis</i> ) dalam proses pengolahan larutan surfaktan menggunakan sistem batch (curah) ter-aerasi	Pengamatan setelah 30 hari menunjukkan persentase penurunan kadar surfaktan dan fosfat berturut-turut sebesar 97,76%; dan 90,77%	Jenis limbah, variasi jenis tanman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan.

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
3.	Saputro (2016)	Keefektifan tanaman kayu apu ( <i>Pistia stratiotes</i> L.) dengan metode fitoremediasi untuk menurunkan kadar limbah amonia di Rumah Sakit Umum PKU Muhammadiyah Delanggu	Fitoremediasi menggunakan variasi 4 tanaman, 6 tanaman, 8 tanaman Kayu Apu dilakukan selama 7 hari dalam 15 lter air limbah. Hasil rata-rata keefektifan penurunan kadar amonia sebesar 80,565%, 85,256%, 97,323%	Jenis limbah, variasi jenis tanman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan.
4.	Raissa (2017)	Menentukan kemampuan dan kerapatan yang optimum Eceng gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) dan Kayu apu ( <i>Pistia stratiotes</i> ) dalam	Kerapatan tumbuhan 30 mg/cm <sup>2</sup> Eceng gondok menyisihkan BOD sebesar 98%, COD sebesar 96%, fosfat sebesar 99% dan kerapatan	Jenis limbah, variasi jenis tanman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan.

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		menurunkan kandungan organik dalam limbah laundry.	tumbuhan 35 mg/cm <sup>2</sup> . Kayu apu mampu menyisihkan BOD sebesar 98%, COD sebesar 96%, fosfat sebesar 99% .	
5.	Rismawati (2020)	Mengetahui efektivitas tanaman kayu apu ( <i>Pistia stratiotes L.</i> ) dalam menurunkan kadar BOD5 dan COD pada limbah industri tahu.	Kerapatan tanaman yang paling optimal pada penurunan BOD5 dan COD yaitu kerapatan 35 mg/cm <sup>2</sup> dengan nilai efektivitas BOD5 sebesar 80,7% setara dengan 41,05 mg/L dan COD sebesar 82,02% setara dengan 91,74 mg/L	Jenis limbah, variasi jenis tanaman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan.

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
6	Herlambang (2018)	Mengetahui kemampuan tanaman kayu apu dan genjer dalam menurunkan limbah dan mengetahui pengaruh variabel kepadatan tanaman dan waktu tinggal terhadap penurunan fosfat dan COD	Penurunan kadar COD dalam limbah laundry setelah proses fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu dan genjer sebesar 32,94% dan 26,80%.	Jenis limbah, variasi jenis tanaman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan.

## **2.2 Teori – Teori yang relevan**

### **2.2.1 Pengertian Air Limbah Domestik**

Air limbah domestik berasal dari berbagai macam kegiatan dalam kebutuhan sehari-hari pada kehidupan manusia, air limbah yang dihasilkan dari kegiatan mandi, mencuci baju, mencuci peralatan makanan dan air kotoran manusia. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik pada Pasal 1 ayat 1 menyatakan bahwa air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, menyatakan di ayat 14 yaitu air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair (Asadiya & Karnaningroem, 2018).

Tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah domestik yang mampu meningkatkan pencemaran pada badan air penerima, sehingga air limbah merupakan salah satu sumber pencemar terbesar dalam perairan (Amri & Wesen, 2015). Berbagai sifat utama dari limbah domestik yang perlu dicermati ialah mengandung bakteri, virus, dan parasit dalam jumlah yang banyak sehingga mampu menimbulkan penyebaran penyakit dengan kilat, kandungan dalam detergen dalam air limbah domestik mampu meningkatkan unsur hara paling utama komponen fosfor dan nitrogen yang tinggi yang menyebabkan sering terjadinya eutrofikasi, logam berat seperti timbal mampu meningkatkan resiko penurunan kesehatan akibat hilangnya kemampuan hemoglobin dalam mengikat zat penting seperti kalsium (Sulistia & Septisya, 2019).

Berikut merupakan baku mutu air limbah yang digunakan pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kelas III

Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Sungai dan sejenisnya PP RI No 22 Tahun 2021 Kelas III

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	6
COD	mg/L	40
Tamperatur	<sup>0</sup> C	Dev 3
Amonia (sebagai N)	mg/L	0,5
Fosfat (sebagai P)	mg/L	1,0
Surfaktan	mg/L	0,2

### 2.2.2 Karakteristik Air Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah salah satu sumber daya air yang dapat digunakan atau dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Namun dengan beberapa kendala dari limbah domestik yaitu kualitas air yang tidak memenuhi syarat kualitas air karena mengandung berbagai polutan. Perlu dilakukanya pengolahan air limbah hingga mencapai kualitas air yang diperlukan sebelum untuk digunakan kembali air limbah untuk berbagai macam keperluan (Mubin dkk., 2016).

Sifat air limbah domestik memiliki beberapa karakteristik yang dapat digolongkan sebagai berikut ;

#### a Karakteristik Fisik

Pada air buangan rumah tangga sebagian bedar terdiri dari bahan padat dan tersuspensi. Kondisi warna yang suram seperti larutan sabun, biasanya berbau, berwarna bekas cucian beras dan sayur, bagian-bagian tinja dalnlain sebagainya. Berikut merupakan parameter dari sifat fisik pada limbah domestik (Kholif, 2020) :

##### 1. Padatan (*Solid*)

Merupakan padatan yang terdapat pada dasar air yang dapat mengakibatkan pendangkalan, padatan terdiri dari zat organik dan zat anorganik

## 2. Warna

Merupakan karakteristik yang terlihat pada limbah cair yang mellihatkan pewarnaan yang biasanya disebabkan oleh zat organik dan algae.

## 3. Bau

Bau yang ditimbulkan disebabkan oleh bahan-bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme yang berada di dalam air limbah domestik.

## 4. Suhu

Temperatur yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan akan mempengaruhi reaksi yang terjadi pada air limbah

## 5. Kekeruhan

Kekekruhan terjadi dikarenakan zat padat yang bercampur dengan zat cair yang menjadi suspensi yang mengakibatkan air limbah menjadi keruh

### b Karakteristik Kimiawi

Umumnya air buangan ini memiliki kombinasi zat-zat kimia anorganik yang berasal dari penguraian tinja, urine serta sampah-sampah yang lain. Oleh karena itu, biasanya pada waktu masih baru bersifat basah, dan cenderung ke asam apabila telah mulai membusuk. contoh parameter pada karakteristik kimiawi yaitu;

#### 1. BOD

Merupakan parameter kualitas air limbah yang menunjukkan banyaknya oksigen dalam kandungan air limbah. Kandungan BOD yang tinggi pada air limbah tidak dapat mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen. Perlu dilakukan uji analisis BOD untuk menentukan kadar pencemaran pada suatu limbah, dalam pengertian, kebutuhan mikroba terhadap oksigen.

#### 2. COD

Merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam satu liter limbah. Nilai dari COD umumnya lebih tinggi dari BOD dikarenakan COD merupakan total bahan organik yang terkandung pada limbah sedangkan BOD merupakan bahan organik yang mudah didergradasi

### 3. Protein

Merupakan kandungan utama pada makhluk hidup. Terjadinya bau pada air limbah disebabkan oleh protein karena adanya proses pembusukan dan penguraian.

### 4. Karbohidrat

Karbohidrat mengandung karbon, oksigen, dan hidrogen yang umumnya berisikan 6 atau kelipatan 6 atom karbon pada suatu molekul.

### 5. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak biasanya mengapung dan adapula yang mengendap di dalam lumpur air limbah. Minyak dan lemak dalam air limbah menimbulkan lapisan tipis semacam selaput yang dapat mempengaruhi kehidupan pada permukaan air.

### 6. Amonia

Amonia biasanya didapatkan berupa gas dengan bau tajam yang khas. Nilai persentase kadar amonia bebas yang tinggi dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan

### 7. Fosfat

Fosfat berada dalam air limbah dalam bentuk organik. Sebagai fosfat – fosfat kompleks atau sebagai orthophosfat anorganik. Separuh dari fosfat air limbah domestik berasal dari penggunaan bahan – bahan detejen sintesis.

### 8. Detergen

Bahan dasar dalam detergen adalah minyak nabati dan minyak bumi yang biasanya dihasilkan dari limbah rumah tangga. Detergen merupakan golongan dari molekul organik yang digunakan sebagai pembersih. Terdapat dua jenis detergen yaitu detergen anionik merupakan jenis detergen yang sering digunakan dalam rumah tangga dan detergen kationik (Sari, 2018).

### c Karakteristik Bakteriologis

Kandungan bakteri dan organisme kalangan coli terdapat pula dalam air limbah bergantung darimana sumbernya, namun keduanya tidak berfungsi dalam proses pengolahan air buangan (Yuliani, 2019).

#### **2.2.3 Kandungan Limbah Domestik Politeknik Negeri Cilacap**

Politeknik Negeri Cilacap memiliki saluran pembuangan air limbah domestik yang bersumber dari mushola, perpustakaan, aula, ruang praktiik Tekknik Mesin, gedung A, gedung B, ruang genset, ruang logistik, ruang laboratorium praktik Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, dan kantin. Lokasi tersebut mengeluarkan air limbah yang masih belum terdapat pengolahan sebelum dibuang langsung ke badan air. Kandungan limbah yang dihasilkan dari kegiatan kampus meliputi air sisa kegiatan praktikum, air sisa bekas cucian di kantin kampus yang mengandung pH, COD, BOD minyak dan lemak serta detergen. Air limbah dari kamar mandi, bekas cucian perabot tentunya mengandung detergen, sabun dan mikroorganisme. Terdapat tiga komponen dalam detergen yaitu 20 - 30% surfaktan, senyawa fosfat 70 – 80% dan bahan aditif seperti pemutih dan pewangi antara 2 – 8 % (Ramadhanur & Sari, 2015). Berikut ini kandungan air limbah Politeknik Negeri Cilacap yang terdiri dari :

##### a. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan salah satu senyawa yang menyebabkan pencemaran perairan yang harus dibatasi konsentrasinya. Berat jenis minyak yang lebih kecil dari air menyebabkan pembentukan lapisan tipis di permukaan air, hal tersebut dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat dan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air yang dapat mengganggu ketidakseimbangan rantai makanan (Sulistia & Septisya, 2019).

b. Amonia

Biasanya amonia berasal dari penguraian zat organik yang mengandung nitrogen oleh mikroorganisme. Dengan keberadaan amonia mengartikan petunjuk dari adanya pencemaran pada badan air (A'Yun, 2015). Perlu dilakukan pengolahan yang tepat untuk mengani kandungan amonia yang tercemar pada badan air.

c. Surfaktan

*Surface active agent* merupakan zat yang dapat mengaktifkan permukaan dan dapat menurunkan tegangan permukaan air dengan cara mematahkan ikatan-ikatan *hydrogen* pada permukaan (Sitoesmi, 2015). Jenis surfaktan yang sering digunakan dalam kandungan detergen adalah tipe anionik dalam bentuk sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dan sulfonat ( $\text{SO}_3$ ) (Suastuti dkk., 2015).

d. Fosfat

Fosfat merupakan bentuk persenyawaan fosfor yang memiliki peran penting dalam menunjang kehidupan aquatik. Fosfat anorganik berasal dari makanan dan sisa buangan rumah tangga, sedangkan fosfat inorganik sumber utamanya berasal dari penggunaan detergen dan alat pembersih (Indriyati, 2009).

### 2.3 Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan teknik pengolahan air limbah dengan menggunakan tumbuhan atau tanaman. Penggunaan tanaman, pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air yang digunakan untuk menghilangkan bahan-bahan berbahaya organik maupun anorganik dari lingkungan. Proses penyesuaian tumbuhan terhadap lingkungan baru agar tanaman bisa bertahan hidup yang dinamakan dengan proses aklimatisasi untuk mengetahui kemampuan tanaman tersebut (Yuliani, 2019).

Adapun mekanisme fitoremediasi menurut A'Yun, (2015) penurunan kadar zat pencemar dalam air limbah dengan menggunakan tumbuhan air melalui beberapa proses seperti :

a. Fitostabilisasi

Merupakan proses imobilisasi pada tanah. Kontaminan yang akan terakumulasi yang menyebabkan tidak bisa bergerak keluar zona akar karena adanya penarikan kontaminan yang disebabkan oleh terbawa aliran tanah melalui proses kapiler dan sebagai akibat proses transpirasi tumbuhan.

b. Rizofiltrasi

Proses Rizofiltrasi merujuk pada proses adsorpsi ataupun presipitasi kontaminan pada akar atau penyerapan ke dalam akar. Rizofiltrasi sering terjadi pada kontaminan yang memiliki perbedaan muatan ion dengan ion akar, contohnya bikarbonat, akan mengikat kation kontaminan, contohnya logam berat.

c. Fitoekstraksi

Merupakan proses penyerapan kontaminan oleh tumbuhan pada media tumbuhnya. Kontaminan yang terserap berlanjnnut terdistribusi ke seluruh organ tumbuhan. Proses tersebut berlangsung sejalan dengan proses traspirasi.

d. Rizodegradasi

Proses penguraian kontaminan dalam air tanah yang disebabkan oleh aktivitas mikroba.

e. Fitodegradasi

Proses penguraian kontaminan yang terserap melalui proses metabolic dalam tumbuhan.

f. Fitovolatilisasi

Proses pelepasan kontaminan ke udara setelah terserap oleh tumbuhan.

## 2.4 Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L)

*Pistia stratiotes* atau kayu apu adalah jenis tumbuhan air yang digunakan untuk pengolahan air limbah untuk penurunan kualitas air limbah baik berupa logam berat, zat organik maupun anorganik.

Kayu apu termasuk golongan tumbuhan yang mengambang dan mengapung dalam habitatnya, memiliki ketinggian sekitar 5-10 cm. Bentuk daunnya seperti sendok, lidah atau rompong dengan ujung yang melebar. Daunnya berukuran sekitar 7-10 cm dengan lebar 2-5 cm. Akarnya yang dipenuhi bulu – bulu halus panjang dan lebat (Ginting, 2012). Berikut ini gambar 2.1 tumbuhan kayu apu sebagai berikut :



Sumber : (Ginting, 2012)

Gambar 2. 1 Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L)

Klasifikasi Kayu Apu adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Sub Kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Sub Kelas	: <i>Arecidae</i>
Ordo	: <i>Arales</i>
Famili	: <i>Araceae</i>

Genus : *Pistia*  
Spesies : *Pistia stratiotes Linnaeus*

## 2.5 Kangkung Air (*Ipomoea aquatic F*)

Kangkung air merupakan tanaman yang tumbuh merambat dan mengapung di atas air. Tanaman kangkung air dapat menghasilkan oksigen dan menyerap polutan yang masuk ke perairan seperti nitrogen dan fosfor. Oleh karena hal tersebut tanaman kangkung dapat digunakan sebagai fitoremediasi (Ngirfani & Puspitarini, 2020).

Kangkung air memiliki deskripsi antara lain herba atau semak yang menjalar dari buku batang keluar akar, bergetah bening hingga putih seperti air susu. Akar panjang sekitar 15-40 cm dan memiliki kondisi lunak, rapuh, sedikit kompak, percabangan banyak, agak menyebar dan berwarna putih kekuningan. Batang berbentuk bulat berongga, permukaan batang licin, bergetah bening hingga putih keruh, arah tumbuh menjalar dari buku batang hingga keluar akar dengan panjang 0,53 dengan diameter 5-6 mm. Tangkai daun berongga licin dengan panjang 5-6 cm dan diameter 1,5 – 2,5 mm, serta panjang daun 3-4 cm. Berikut ini gambar 2.2 tumbuhan kangkung air sebagai berikut :



Sumber : (Evi Vebrianty, 2020)

Gambar 2. 2 Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica Forsk*)

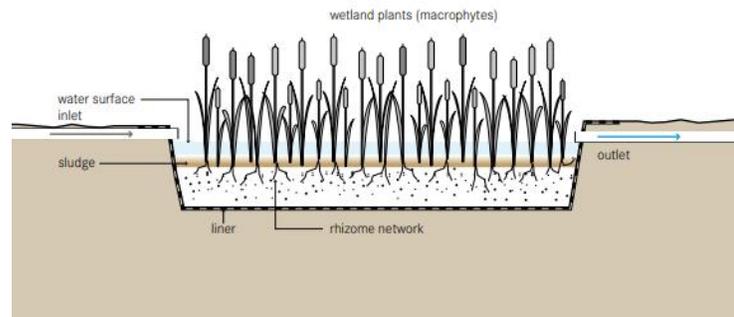
Klasifikasi ilmiah pada tanaman Kangkung Air :

Kingdom : *Plantae*

Sub Kingdom : *Tracheobionta*

Super Divisi : *Spermatophyta*  
Divisi : *Magnoliophyta*  
Kelas : *Magnoliopsida*  
Sub Kelas : *Asteridae*  
Ordo : *Solanales*  
Famili : *Convolvulaceae*  
Genus : *Ipomoea aquatica*  
Spesies : *Ipomoea aquatica* Forsk.

## 2.6 Wetland / Rawa Buatan



Sumber : (Tilley, 2014)

Gambar 2. 3 *Wetland plants* / Rawa Buatan

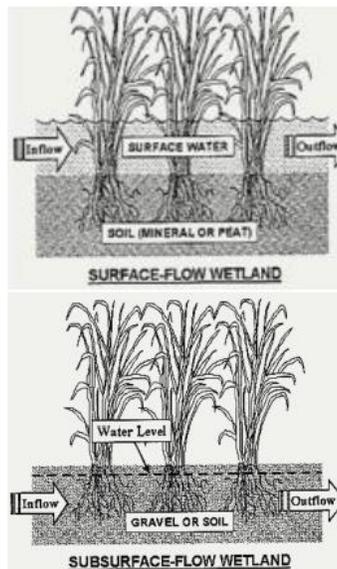
Rawa buatan atau *Wetland* adalah instalasi pengolahan limbah cair dengan lahan basah yang dirancang berupa kolam yang berisikan tumbuh-tumbuhan air. Fungsi rawa buatan biasanya digunakan sebagai pengolahan air tercemar serta bisa juga didefinisikan sebagai ekosistem rawa buatan manusia yang dirancang khusus untuk memurnikan air tercemar dengan memaksimalkan proses-proses fisika, kimia, dan biologi dalam suatu kondisi yang saling beinteraksi (Hanifa dkk., 2018).

Pengolahan limbah sistem wetland didefinisikan sebagai sistem pengolahan yang memasukkan faktor utama (Ramadan, 2017), sebagai berikut :

- a. Area yang tergenangi air dan mendukung kehidupan tumbuhan air sejenis *hydrophyta*.
- b. Media tempat tumbuh berupa tanah yang selalu digenangi air (basah).
- c. Media bisa juga bukan dari tanah, namun media yang jenuh dengan air

Terdapat 2 tipe sistem pengolahan lahan basah buatan yaitu sistem aliran permukaan (*Surface Flow Constructed Wetland*) atau FWS (*Free Water System*) dan sistem aliran bawah permukaan (*Sub-Surface Flow*) atau *SSF-Wetlands*. *Free Water Surface* berupa kolam atau saluran yang dilapisi oleh lapisan *impermeable* di bawah saluran yang memiliki fungsi untuk mencegah membesarnya air ke luar kolam atau saluran. Pada sistem tersebut air limbah mengalir melewati (di atas) permukaan tanah.

Sedangkan *Sub-Surface Flow* (SSF) berupa kolam dengan dasar kedap air yang berisikan pasir atau batu yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan vegetasi. Pola aliran pada *Subsurface Flow System* terdapat dua macam yaitu aliran *vertical* (*Vertical Flow System*) dan aliran *horizontal* (*Horizontal Subsurface Flow*) (Cahyana & Aulia, 2019).



Sumber : (Cahyana & Aulia, 2019)

Gambar 2. 4 Tipe aliran dalam sistem *Wetland*.

Berdasarkan jenis tanaman air yang digunakan, sistem *Surface Flow* sistem pengolahan air sistem menurut Saleh, (2013) terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

- a. Tanaman mengambang diatas permukaan air (*Floating plants*)

Jenis tanaman ini , daun-daun dari tumbuhan air mengambang pada permukaan air limbah. Akar tumbuhan terdapat diantaranya yang mengapung adapun akar yang melekat ke tanah.

- b. Tanaman terendam dalam air (*Submerged plants*)

Merupakan jenis tanaman air yang hampir seluruh bagian vegetatifnya tumbuh dibawah permukaan air. Tanaman jenis ini biasanya memiliki kemampuan dalam mengabsorpsi nutrisi dan herbisida hingga daun dan batang seperti halnya akar.

- c. Tanaman muncul di permukaan air (*Emergent plants*)

Kalangan jenis tanaman air ini mempunyai perakaran yang menempel di dasar perairan dengan batang dan daun terletak diatas permukaan air. Jenis tanaman ini banyak digunakan untuk menjernihkan limbah cair dalam sistem *constructed*

*wetland*. Sebagian dari tumbuhan air pada jenis ini mempunyaai daun yang lebar, serta mempunyai daun semacam padi-padian.