

#### **LAPORAN**

# PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) ORGANIK MENGGUNAKAN TANAMAN BINTANG AIR (CYPERUS ALTERNIFOLIUS,L) DENGAN SISTEM (SSF - WETLANDS) DI PASAR PEUNAYONG KOTA BANDA ACEH

KERJASAMA
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH
DENGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) AR-RANIRY
TAHUN 2018

#### LAPORAN AKHIR

# PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) ORGANIK MENGGUNAKAN TANAMAN BINTANG AIR (Cyperus alternifolius) DENGAN SISTEM (SSF-Wetlands) DI PASAR PEUNAYONG KOTA BANDA ACEH

### OLEH: RIZA MARDHATILLAH 150702043





PROGRAM KERJASAMA
PEMERINTAH KOTA BANDA ACEH
DAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY 2018

#### **TIM PENYUSUN**

# PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) ORGANIK MENGGUNAKAN TANAMAN BINTANG AIR (CYPERUS ALTERNIFOLIUS, L) DENGAN SISTEM (SSF - WETLANDS) DI PASAR PEUNAYONG KOTA BANDA ACEH

- 1. Ir. Gusmeri, MT
- 2. Dr. Azhari Amsal, S. Pd., M. Pd.,
- 3. Parmakope, SE., MM
- 4. Aulia Rohendi, ST, M.Sc
- 5. Ir. Fartini
- 6. Riza Mardhatillah
- 7. Zahrul Ichsan Wajdi

Dilarang mengumumkan, mendistribusikan , mengomunikasikan, dan/atau mengandakan sebagian atau seluruh isi buku ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah

#### KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai Hudan Lin Naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan Rahmatan Lil'alamin (Rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan laporan akhir ini. Laporan ini merupakan salah satu kerjasama antara pihak UIN Ar-raniry dan Pemerintah Kota Banda Aceh. Selama persiapan dan pelaksanaan penelitian ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

- 1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan untaian do'a nya selama ini.
- 2. Ibu Eriawati, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Ibu Yeggi Darnas, S.T. M.T., selaku Sekretaris Program studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- 4. Bapak Fathul Mahdariza M.Sc., selaku Dosen yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan akhir.
- 5. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Pembimbing penulis yang banyak membantu dalam penyelesaian laporan akhir.
- 6. Ibu Rizna Rahmi M.Sc. selaku pembimbing akademik yang telah menyemangati dalam menyelesaikan laporan akhir.
- 7. Bapak Putra selaku pihak dari Bappeda Kota Banda Aceh yang telah memberikan masukan kepada penulis terkait laporan akhir.
- 8. Pihak Bappeda Kota Banda Aceh yang telah memberikan saran dan kritik terkait laporan akhir.
- 9. Teman penulis yang telah banyak membantu dalam penyelesaian laporan akhir ini, Anggi Santia dan Zahrul Ichsan.

10. Teman sesama peneliti dan surveyor yang telah bekerjasama, Ridha Yaza Saputri, Muhammad Mefan Juansah, Fathul Hakim, dan Syarifah Seicha Fathma.

11. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT., berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya Pemerintah Kota Banda Aceh dalam pengelolaan limbah cair pasar. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan laporan ini.

Banda Aceh, 20 November 2018

Penulis

(Riza Mardhatillah)

#### DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Air Limbah Organik	4
2.1.1. Karakteristik Air Limbah Organik Pasar	4
2.1.2. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	4
2.2. Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)	6
2.2.1. Prinsip dasar pada Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan	7
2.2.2. Faktor yang Mempengaruhi Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Persangan (SSF-Wetlands)	
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian	12
3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian	12
3.3. Subyek Penelitian	12
3.4. Data dan Jenis Data	12
3.5. Perhitungan Debit Limbah	12
3.6. Cara Penelitian	13
3.6.1. Bahan / Materi Penelitian	13
3.6.2. Peralatan	13
3.6.3. Ruang Lingkup Penelitian	13
3.6.4. Variabel	13
3.6.5. Persiapan:	13
3.6.6. Prosedur penelitian :	14
BAB IV PEMBAHASAN	16
4.1. Kondisi Umum Kualitas Air Limbah Pasar Peunayong	16
4.2. Fitoremediasi Sistem SSF-Wetland menggunakan Tanaman Cyperus al	ternifolius
	22

BAB V PENUTUP	28
5.1. Kesimpulan	28
5.2. Saran	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	32

#### DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Rangkaian Alat Percobaan	14
Gambar 4.1. Tiga saluran pasar ikan dan ayam peunayong	16
Gambar 4.2. Lokasi pasar peunayong dan masing-masing saluran (s)	17
Gambar 4.3. Contoh-contoh titik genangan air limbah di Pasar Peunayong	18
Gambar 4.4. Tumpukan sampah di sistem saluran air limbah	19
Gambar 4.5. Keberadaaan lapak diluar bangunan pasar	20
Gambar 4.6. Rembesan air dari keran yang tidak menutup rapat	21
Gambar 4.7. Penurunan nilai BOD limbah cair Pasar Peunayong terhadap waktu	24
Gambar 4.8. Perencanaan sistem SSF-Wetland Pasar Peunayong	25
Gambar 4.9. Perencanaan lokasi SSF-Wetland Pasar Peunayong	25
Gambar 4.10. Perencanaan dimensi SSF-Wetland Pasar Peunayong	26
DAFTAR TABEL	
Tabel 2.4. Kharakteristik media dalam SSF-Wetlands	8
Tabel 2.5. Kinerja SSF-Wetlands berdasarkan jenis media yang digunakan	9
Tabel 4.1. Debit Air Limbah Pasar Peunayong	21
Tabel 4.2.1. Penurunan Nilai BOD terhadap Waktu	23
DAFTAR LAMPIRAN	
Lampiran A Perhitungan	32
Lampiran B Dokumentasi	34

#### BAB I

#### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Indonesia termasuk salah satu negara berkembang yang memiliki tingkat pertumbuhan penduduk yang relatif tinggi. Seperti negara-negara berkembang lainnya, bertambahnya jumlah penduduk secara pesat merupakan permasalahan sosial yang berdampak pada permasalahan pangan. Sebagai negara kepulauan, masyarakat Indonesia termasuk salah satu konsumen komuditas laut terbesar di dunia dan tingkat konsumsi hewan daratpun juga tinggi. Tingginya pertumbuhan kebutuhan pangan berindikasi terhadap meningkatnya timbulan limbah organik. Meskipun tidak sebahaya limbah anorganik, jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan berbagai permasalahan yang baru.

Pasar tradisional merupakan lokasi transaksi pangan yang umum di Indonesia. Pasar Peunayong termasuk salah satu pasar tersibuk di Kota Banda Aceh, lokasinya yang berada di pusat keramaian mendukung ramainya transaksi di lokasi tersebut. Tidak hanya menyediakan kebutuhan sembako untuk masyarakat, di sisi lain pasar peunayong juga menghasilkan limbah yang banyak. Limbah organik mendominasi lokasi tersebut dibandingkan dengan limbah anorganik. Limbah sayuran umumnya dimanfaatkan masyarakat sebagai pakan ternak, limbah padat hewani umumnya dimanfaatkan sebagai pakan perikanan maupun bahan baku pembuatan pupuk, namun limbah cair dari kegiatan tersebut belum dimanfaatkan bahkan tidak dikelola sama sekali. Aliran limbah organik cair umumya langsung mengalir ke Sungai *Krueng Aceh* yang tepat berada di belakang pasar. Hal tersebut menyebabkan turunnya oksigen terlarut perairan Sungai *Krueng Aceh* dikarenakan naiknya kebutuhan oksigen untuk penguraian air limbah dan timbulnya bau busuk serta mengganggu ekosistem badan air tersebut.

Limbah organik cair tidak selamanya menjadi masalah selama dikelola secara benar, karena limbah tersebut mengandung banyak nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Salah satu pengolahannya dapat dilakukan dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) secara fitoremediasi. Selain menyaring air menjadi lebih

bersih, sistem ini juga dapat menciptakan lingkungan yang lebih asri. Beberapa jenis tumbuhan memiliki kemampuan remediasi yang baik seperti bintang air, lembang dan lain-lain. Beberapa jenis diantara tanaman tersebut memiliki nilai estetika melebihi tanaman lain.

Pasar Peunayong di Kota Banda Aceh belum memiliki sistem pengolahan air limbah. Oleh karena itu, maka diperlukan perancangan sistem pengolahan limbah cair pada Pasar Peunayong ini untuk memperbaiki kualitas air yang akan dibuang sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan atau daerah tersebut dan disisi lain juga dapat memperbanyak lahan hijau di tengah keramaian kota.

#### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan permasalahannya yaitu:

- Bagaimana kondisi Kebutuhan Oksigen Biologis dan debit limbah organik cair Pasar Peunayong?
- 2. Berapa waktu detensi optimal yang dibutuhkan sistem pengolah air limbah secara SSF-Wetlands menggunakan tanaman *Cyperus alternifolius* untuk memperbaiki kualitas air limbah Pasar Peunayong?

#### 1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian iniadalah:

- 1. Memahami kondisi Kebutuhan Oksigen Biologis dan debit limbah organik cair Pasar Peunayong.
- 2. Menemukan waktu detensi optimal yang dibutuhkan sistem pengolah air limbah secara SSF-Wetlands menggunakan tanaman *Cyperus alternifolius* untuk memperbaiki kualitas air limbah.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

 Memberikan alternatif teknologi dalam mengolah BOD air limbah organik pasar menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF – Constructed Wetlands) yang murah dan tepat guna.  Memberikan informasi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dalam pengolahan air limbah dengan memanfaatkan lahan basah buatan dan menjadi bahan masukan untuk penelitian selanjutnya.

#### 1.5. Batasan Penelitian

Berdasarkan latar berlakang dan rumusan masalah tersebut maka, batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

- 1. Tanaman yang dikaji adalah Cyperus alternifolius, L. (bintang air).
- 2. Wetland yang dikaji adalah constructed wetland tipe SSF aliran kontinyu.
- 3. Air limbah Pasar Peunayong yang diuji berasal dari pasar ikan, unggas dan daging.
- 4. Parameter yang diteliti adalah BOD.

#### **BAB II**

#### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Air Limbah Organik

#### 2.1.1. Karakteristik air limbah organik pasar

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (PERMEN LH) Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 mengenai baku mutu air limbah menyatakan bahwa air limbah adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang berwujud cair. Lebih terperinci Metcalf dan Eddy (1993) menjelaskan bahwa air limbah adalah cairan yang mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan serta mengganggu kelestarian lingkungan berupa buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum.

Bentuk kegiatan dari masing-masing sumber air limbah menentukan karakteristik air limbah yang dihasilkan, sehingga karakteristiknya akan sangat bervariasi untuk masing-masing kegiatan. Karakteristik air limbah pada suatu kawasan pasar dipengaruhi oleh faktor-faktor yang cukup komplek, dikarenakan aktivitas pada suatu kawasan pasar akan sangat tergantung pada sosial budaya maupun tingkat kesejahteraan dari masyarakatnya.

Pasar ikan, unggas dan daging menghasilkan limbah cair yang umumnya berasal dari air cucian produk tersebut. Air limbah Pasar Peunayong yang didominasi oleh material organik tersebut dapat menganggu kestabilan oksigen di Sungai *Krueng Aceh* yang menjadi tempat pembuangan air limbah eksisting dan air limbah tersebut juga sering menimbulkan bau. Hal tersebut dapat disebabkan oleh adanya gas-gas hasil dekomposisi zat di dalam limbah.

#### 2.1.2. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)

Oksigen Terlarut (OT) atau *Dissolved Oxygen* (DO) dibutuhkan bagi makhluk hidup dalam bermacam proses seperti respirasi dan metabolisme yang membantu pertumbuhan makhluk hidup. Oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik, oleh karena itu Salmin (2005) menyatakan bahwa oksigen berperan sangat penting sebagai indikator kualitas badan air, peranan oksigen dalam kondisi aerobik sebagai pengoksidasi bahan organik dan anorganik sehingga menghasilkan nutrien yang berguna dalam

menunjang kesuburan perairan. Dalam kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan memecah senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana kedalam bentuk nutrien dan gas.

Oksigen dalam suatu perairan menurut Salmin (2000) bersumber dari interaksi dengan udara bebas dan dari kegiatan fotosintesis organisme. Kandungan oksigen terlarut minimum yaitu 1,7 ppm selama 8 jam dengan sedikitnya pada tingkat kejenuhan sebesar 70 % (HUET, 1970). Jumlah oksigen terlarut (OT) yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik disebut BOD atau Biochemical Oxygen Demand (Umaly dan Cuvin, 1988; Metcalf dan Eddy, 1991). Boyd (1990) menambahkan bahwa bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi. Mays (1996) mengartikan BOD sebagai ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme yang terlarut dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. Baku mutu parameter BOD dari limbah yang diperbolehkan hanya sebesar 100 mg/L untuk pengolahan produk perikanan dan 125 mg/L untuk kegiatan pengolahan produk daging berdasarkan Peratuhan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 mengenai Baku Mutu Air Limbah. Nilai maksimum BOD untuk penggolongan air menurut peruntuknnya berdasarkan PP nomor 82 tahun 2001 mengenai pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air adalah sebagai berikut:

- a) Air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu atau golongan A hanya diperbolehkan memiliki nilai BOD maksimal 2 mg/L
- b) Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum atau golongan B hanya diperbolehkan memiliki nilai BOD maksimal 3 mg/L
- c) Air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan atau golongan C hanya diperbolehkan memiliki nilai BOD maksimal 6 mg/L
- d) Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha diperkotaan,industri, dan pembangkit listrik tenaga air atau golongan D hanya diperbolehkan memiliki nilai BOD maksimal 12 mg/L.

#### 2.2. Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)

Constructed wetland atau lahan basah buatan termasuk salah satu alternatif pengolahan air limbah dengan fitoremediasi. Constructed wetland merupakan sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang telah didesain dan dibangun menggunakan proses alami yang melibatkan vegetasi, media, dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah (Vymazal, 2010) dan telah diterapkan sejak 1950-an di berbagai belahan dunia (Verhoeven dan Meuleman, 1999)

Berdasarkan level permukaan air, Supradata (2005) menjelaskan ada dua jenis Lahan Basah Buatan, yaitu jenis aliran permukaan dan aliran bawah permukaan. Aliran bawah permukaan lebih banyak digunakan sebagai alternatif sistem pengolahan air limbah domestik di Indonesia karena tidak menimbulkan genangan yang berpotensi menyebabkan melonjaknya populasi nyamuk. Sistem Lahan Basah Buatan tipe Aliran Bawah Permukaan (Subsurface Flow Wetlands/SSF-Wetlands) menurut Suriawiria (1993) menggunakan tanaman makrophyta yang akarnya tenggelam atau sering disebut juga amphibiuos plants.

Supradata (2015) juga menambahkan bahwa Jenis Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan memanfaatkan hubungan antara tumbuhan dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran. Material organik yang terkandung dalam limbah cair akan diolah menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh mikroorganisme kemudian dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai sumber nutrisi, sedangkan mikroorganisme tersebut mendapatkan oksigen yang sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian digunakan proses metabolisme dari sistem perakaran tumbuhan.

Haberl dan Langergraber (2002) mengemukakan bahwa pengolahan air limbah dengan sistem Sistem Aliran Bawah Permukaan lebih dianjurkan karena beberapa alasan sebagai berikut:

- a) Pembangunannya lebih murah dibandingkan dengan alternatif sistem lainnya.
- b) Operasionalnya secara periodik. Biaya pemeliharaan dan operasional yang rendah dan waktu.
- c) Memiliki toleransi yang tinggi terhadap fluktuasi debit air limbah.

- d) Mampu mengolah air limbah dengan berbagai jenis polutan maupun kadarnya..
- e) Memungkinkan untuk pelaksanaan pemanfaatan kembali & daur ulang airnya.

#### 2.2.1. Prinsip dasar pada Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan

Sesuai dengan pengertian wetlands menurut Metcalf dan Eddy (1993), yaitu "Sistem yang termasuk pengolahan alami, dimana terjadi aktivitas pengolahan sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorpsi, pengolahan kimiawi dan biologis, yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dan tanaman". Secara fisik proses yang terjadi berupa proses sedimantasi, filtrasi, adsorpsi oleh media tanah yang ada.

Dengan adanya proses secara fisik ini menurut Wood dalam Tangahu & Warmadewanthi (2001) hanya dapat mengurangi konsentrasi COD & BOD solid, sedangkan COD & BOD terlarut baru dapat dihilangkan dengan proses gabungan biologi dan kimia. Menurut Brix dalam Khiatuddin (2003), oksigen dikeluarkan oleh akar tumbuhan akuatik dibawah permukaan tanah, oksigen tersebut membentuk zona rizosfer dipermukaan akar. Kemudian terjadi pelepasan oksigen di sekitar akar (rizosfer) karena ruang antar sel atau lubang saluran udara (aerenchyma) yang dimiliki jenis tanaman hydrophyta sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran (Tangahu dan Warmadewanthi, 2001).

Pelepasan oksigen oleh akar menurut Khiatuddin (2003) menyebabkan jumlah oksigen didaerah yang ditumbuhi tanaman lebih tinggi daripada yang tidak ditumbuhi tanaman, sehingga dapat mejadi ekosistem bagi organisme dekomposer seperti bakteri aerob. Suriawiria (1993) menyatakan bahwa tidak hanya bakteri yang menjadi mikroba rhizosfera, beberapa jenis jamur juga terdapat pada zona perakaran tersebut, mikroba *rhizosfera* bersimbiosis dan jenis jenisnya bergantung pada jenis tanaman.

Jumlah oksigen yang dilepaskan oleh akar tanaman bergantung pada banyak faktor seperti jenis tanaman dan lingkungannya. Namun Reed dan kawan-kawan dalam Khiatuddin (2003), memperkirakan, dalam satu hari oksigen yang dilepas berkisar antara 5 hingga 45 mg/m² luas akar tanaman. Tangahu dan

Warmadewanthi, (2001), menyebutkan dalam satu hari 12 g oksigen/m<sup>2</sup> dilepaskan oleh tanaman Hydrophyta. Sedangkan menurut pengalaman Hindarko (2003), secara keseluruhan oksigen yang dipasok oleh tanaman melalui daun, batang maupun akar yang terdapat dalam SSF-Wetlands berkisar 20 g O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/hari.

## 2.2.2. Faktor yang mempengaruhi Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)

Menurut Supradata (2005) terdapat empat faktor utama yang mempengaruhi kinerja sistem pengolahan air limbah, yaitu:

#### 1. Media

Media yang digunakan pada Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands) dapat berupa tanah, pasir, batuan atau lainnya. Wood dalam Tangahu dan Warmadewanthi (2001) menjelaskan bahwa waktu detensi air limbah dipengaruhi oleh tingkat permeabilitas. Pada Tabel 2.4. disajikan kharakteristik media yang umum digunakan, yaitu:

Tabel 2.1. Kharakteristik media dalam SSF-Wetlands

Tipe Media	Diameter	Porositas	Konduktivitas
	butiran (mm)	(η)	Hidrolik (ft/d)
1. Medium sand	1	0,30	1640
2. Coarse sand	2	0,32	3280
3. Gravelly sand	8	0,35	16.400
4. Medium gravel	32	0,40	32.800
5. Coarse gravel	128	0,45	328.000

Sumber: Crites dan Tchobanoglous (1998).

Peran Media pada Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands) adalah sebagai (Supradata, 2005):

- a) Tempat tumbuh bagi tanaman
- b) Media berkembangbiaknya mikroorganisme
- c) Membantu terjadinya proses sedimentasi
- d) Membantu penyerapan bau dari gas hasil biodegradasi.

Kinerja SSF Wetlands terhadap berbagai parameter berdasarkan media dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.2. Kinerja SSF-Wetlands berdasarkan jenis media.

	Jenis	Persetase Pengurangan Polutan		
No.	Media	BOD	SS	COLIFORM
1.	Kerikil	55 – 96	51 – 98	99
2.	Tanah	62 - 85	49 – 84	-
3.	Pasir	96	94	100
4.	Tanah liat	92	91	-

Sumber: Khiatuddin, M. (2003).

#### 2. Tanaman

Menurut Reed dalam Leady (1997), amphibiuos plants seperti "cattails" (Thypa angustifilia), "bulrushes" (Scirpus actutus), "reeds" (Phragmites australis), "rushes" (Juncus articulatus) dan "sedges" (Carex aquatitlis) merupakan jenis tanaman yang sering digunakan dalam SSF-Wetlands. Namun, jenis-jenis tanaman tersebut merupakan tanaman semak yang nilai estetikanya rendah, sehingga ketika diaplikasikan untuk pengolahan air limbah, tidak dapat memberi nilai lebih terhadap aspek keindahan dan kurang cocok digunakan untuk pengolah limbah bentuk taman. Dari beberapa jenis amphibiuos plants atau tanaman amfibius tersebut yang merupakan tanaman hias dan memiliki nilai estetika yang tinggi salah satunya yaitu tanaman "Bintang Air" (Cyperus alternifolius), sehingga penerapan terhadap jenis tersebut selain untuk pengolahan limbah sekaligus dapat juga difungsikan sebagai taman atau sering disebut sebagai Taman Pengolah Limbah. Penelitian yang dilakukan supradata (2005) didapatkan bahwa waktu detensi yang diperlukan tanaman ini untuk menguraikan BOD limbah domestik perumahan secara SSF-Wetlands adalah 2 hari, dengan beban BOD/area sebesar 16,24 g/m<sup>2</sup>/hari.

Tanaman bintang air memiliki tangkai membentuk segitiga dengan panjang daun berkisar antara 12 – 15 cm dan pada bagian tengah daun tumbuh bunga-bunga kecil bertangkai, berwarna kehijauan. Tangkai menyangga daun yang berbentuk sempit dan datar, mengelilingi ujung tangkai secara simetris

membentuk pola melingkar seperti cakram (Lukito A. Marianto, 2004). Dengan variasi ketinggian tanaman antara 0,5 – 1,5 meter dan dapat tumbuh dengan pesat di lingkungan basah (berair), berkembang biak setiap bulan secara vegetatif melalui sistem perakaran maupun secara generatif melalui biji yang terletak diujung batang pada pangkal daun (Lemke,1999). *Cyperus alternifolius* paling praktis diperbanyak dengan cara memisahkan rumpun-rumpunnya atau juga dapat diperbanyak dengan cara pemotongan daun (Lukito A. Marianto, 2004).

Menurut Lemke (1999) tanaman tersebut berasal dari Madagaskar dan berbeda dari tanaman *Papyrus* yang berasal dari sungai Nil di Afrika Utara. *Cyperus alternifolius* telah banyak dibudidayakan di Indonesia dengan nama daerah/lokal adalah "Bintang Air" sehingga dengan mudah dapat dijumpai di pekarangan penduduk maupun di toko pertanian/bunga.

#### 3. Mikroorganisme

Mikroorganisme heterotropik aerobik diharapkan tumbuh dan berkembang dalam media SSF-Wetlands tersebut, karena pengolahan berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan mikroorganisme anaerobik (Vymazal dalam Tangahu & Warmadewanthi, 2001). Tranfer oksigen dari akar tanaman harus dapat mencukupi kebutuhan sehingga mikroorganisme tersebut dapat tumbuh dengan baik.

Berd Bagwell dan kawan-kawan (1998) dalam pengamatannya terhadap mikroorganisme rhizosphere pada akar rumput-rumputan di daerah rawa menemukan 339 strains, termasuk dalam familia Vibrionaceae, yang Azotobacteraceae, Enterobacteriaceae, Spirillaceae, Pseudomonadaceae, dan Rhizobiaceae. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Grieve (2003) komposisi mikrobia yang terdapat dalam efluen lahan basah buatan dengan analisis Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE) didominasi oleh jenis Clostridium, Mycoplasma, Eubacterium, Bacillus, Nitrobacter dan Nitrosospira.

#### 4. Temperatur

Secara umum Temperatur / Suhu merupakan salah satu faktor pembatas bagi kehidupan termasuk mikroorganisme. Walaupun batas kematian mikroorganisme pada daerah suhu yang cukup luas yaitu berkisar antara  $0^{\circ}$ C –  $90^{\circ}$ C, kehidupan optimal bagi setiap makhluk hidup memiliki nilai optimalnya tersendiri. Menurut Suriawiria (1993) temperatur / suhu dapat mempengaruhi reaksi dengan mempercepat 2-3 kali lebih cepat setiap kenaikan suhu  $10^{\circ}$ C.

#### BAB III

#### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Metode penelitian kuantitatif bersifat sistematis, terencana dan terstruktur sejak dimulai sampai pembuatan desain penelitiannya. Pendekatan deskriptif digunakan dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mendeskripsikan objek penelitian dan hasil penelitian.

#### 3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil sample sari Pasar Peunayong Kota Banda Aceh, diolah di Darussalam dan diuji di laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup DLHK ACEH pada tanggal 1 Agustus - 10 Oktober 2018.

#### 3.3. Subyek Penelitian

Subyek yang diteliti merupakan limbah cair organik Pasar Peunayong karena peneliti ingin merencanakan instalasi pengolahan air limbah Pasar Peunayong secara fitoremediasi berdasarkan BOD limbah tersebut.

#### 3.4. Data dan Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan sekunder. Data primer bersumber dari data penelitian secara langsung yaitu hasil pengujian terhadap degradasi BOD terhadap waktu oleh fitoremediasi dan data sekunder bersumber dari literatur-literatur untuk menyempurnakan penelitian.

#### 3.5. Perhitungan Debit Limbah

Tahapan perhitungan debit limbah cair Pasar Peunayong sebagai berikut:

- a. Perhitungan debit limbah dilakukan pada pagi, siang dan sore hari.
- kemudian menampung air limbah dari masing-masing saluran dalam wadah berukuran 1,5 liter kemudian dihitung waktu menggunakan stopwatch.
- c. Kemudian dihitung rata-rata debit dari jumlah ketiga saluran.

#### 3.6. Cara Penelitian

#### 3.6.1. Bahan / Materi Penelitian

Bahan/materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Bak Wetland terbuat dari rangka kayu, dinding triplek dan dilapisi plastik.
- b. Media jenis pasir dengan diameter 1 mm s/d 5 mm.
- c. Tanaman rumput hias (Cyperus alterifolius) dengan tinggi rata-rata 50 Cm.
- d. Air limbah organik cair berasal dari Pasar Peunayong.

#### 3.6.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Bak berlapis plastik
- b. Ember plastik
- c. Selang plastik
- d. Pompa Air
- e. Saringan Pasir ukuran 1 mm & 5 mm

#### 3.6.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

- a. Limbah organik cair berasal dari Pasar Peunayong.
- b. Kinerja reaktor hanya berdasarkan kajian terhadap penurunan parameter BOD.

#### 3.6.4. Variabel

Variabel penelitian berupa:

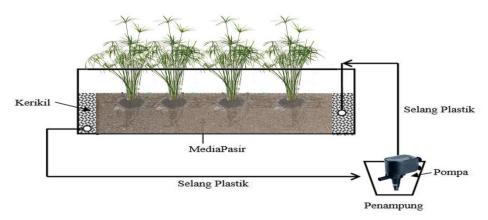
- a. Perlakuan dilakukan di ruang terbuka tanpa penutup
- b. Ukuran masing-masing bak SSF-Wetland: Panjang = 200 cm, Lebar = 30 cm, dan Kedalaman = 30 cm.

#### **3.6.5. Persiapan:**

#### A. Pemeliharaan Tanaman Percobaan

a. Menyiapkan media dengan menyaring pasir menggunakan saringan pasir ukuran 5 mm kemudian hasil saringan disaring kembali dengan saringan 1 mm. Pasir yang tertinggal dimasukkan dalam bak reaktor.

- b. Pengisian media pasir pada masing masing bak reaktor, dilakukan sampai mencapai ketinggian 20 cm dari dari bak reaktor tersebut.
- c. Menyiapkan dan memilih tanaman wetland (C. Alternifolius) yang memiliki ketinggian rumpun rata-rata 30 Cm, dengan jumlah batang tiap tiap rumpun relatif sama (± 8 batang/rumpun).
- d. Tanaman bintang air yang telah dipilih di tanam didalam bak dengan jarak tanam masing-masing rumpun adalah 35 Cm.
- e. Merangkai peralatan penelitian sehingga aliran dapat disirkulasi, seperti pada Gambar 3.1. berikut ini :



Gambar 3.1. Rangkaian Alat Percobaan

- f. Mengisi bak reaktor dengan air sampai batas ketinggian media.
- g. Pemeliharaan tanaman ini dilakukan sampai akar-akar tanaman sudah merata keseluruh media.

#### B. Aklimatisasi Tanaman Percobaan

- a. Setelah melakukan pemeliharaan tanaman, dilakukan aklimatisasi tanaman dengan cara memberikan air limbah 50% selama 24 jam.
- b. Kemudian air limbah keseluruhan dibuang dan dialiri dengan air sumur selama 20 menit, kemudian dilakukan prosedur penelitian.

#### 3.6.6. Prosedur penelitian

Prosedur dari penelitian ini adalah:

a. Air limbah dari pasar peunayong diambil pada hari pertama jam 14:00 menggunakan jerigen kemudian dituangkan kedalam botol plastik 600 ml

- untuk diuji di Laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup DLHK ACEH.
- b. Kemudian Air limbah sampel selebihnya dialirkan ke bak reaktor.
- c. Pengisian air limbah sampai batas ketinggian media, setelah itu air limbah dialirkan dan ditampung ke dalam ember.
- d. Dari ember penampung air limbah dialirkan kembali ke dalam bak reaktor dengan menggunakan pompa air.
- e. Untuk menghindari meluapnya air limbah, debit air limbah yang dipompa diatur sehingga seimbang ketinggian air dan pasir sama.
- f. Pengambilan sampel air limbah dari reaktor ditempatkan dalam botol plastik 600 ml dan dilakukan pada hari kedua pada jam 08:00, 12:00 dan 17:00.
- g. Dilakukan analisis laboratorium terhadap penurunan parameter air limbah yaitu BOD, Pengujian dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup DLHK ACEH.

#### **BAB IV**

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Kondisi Umum Air Limbah Pasar Peunayong

Pasar Peunayong yang terletak Gampong Peunayong, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh merupakan salah satu tempat penjualan ikan unggas dan daging yang tentunya menghasilkan limbah organik baik padatan maupun cairan. Limbah padat pasar umumnya diangkut oleh petugas kebersihan kota maupun oleh masyarakat yang memanfaatkan limbah padat hewani menjadi pakan ikan dan pupuk buatan, namun limbah cair dari kegiatan Pasar Peunayong belum dimanfaatkan masyarakat bahkan tidak dikelola sama sekali oleh pihak manapun.

Aliran limbah organik cair pada kondisi eksisting umumnya langsung mengalir ke Sungai *Krueng Aceh* yang tepat berada di sebelah barat atau di belakang pasar. Intrusi limbah cair tersebut ke Sungai *Krueng Aceh* mengakibatkan turunnya oksigen terlarut perairan dikarenakan bertambahnya oksigen yang dibutuhkan untuk penguraian air limbah, konsentrasi BOD dalam air limbah menunjukkan keberadaan bahan organik dalam air limbah tersebut. Dampak buruk dari limbah tersebut yaitu juga menimbulkan bau busuk sepanjang aliran sungai serta mengganggu ekosistem badan air tersebut. Air limbah Pasar Peunayong mengalir langsung ke Sungai *Krueng Aceh* melalui saluran pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Tiga saluran pasar ikan dan ayam peunayong



Gambar 4.2. Lokasi pasar peunayong dan masing-masing saluran (s)

Saluran 1 berada di paling selatan atau paling dekat dengan Jembatan Peunayong, kondisi saluran 1 sudah terbeton dan lebih baik dari dua saluran lainnya, akan tetapi debit aliran sedikit karena hanya mengalirkan air yang berasal dari lelehan es balok, cucian tangan pedagang dan keranjang ikan. Saluran 2 berada ditengah antara saluran 1 dan saluran 3, kondisi saluran sangat sederhana namun memiliki debit rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dua saluran lainnya dikarenakan sumber aliran yang berasal dari gabungan kegiatan didalam pasar ikan dan sedikit pasar ayam, selain itu juga banyak air cucian keranjang ikan yang mengalir ke saluran ini, kondisi saluran yang rusak juga menyebabkan tanah terkontaminasi air limbah. Saluran 3 berada di paling utara, kondisi saluran rusak parah dan debit rata-rata lebih banyak dari saluran pertama. Sumber aliran berasal dari pasar ayam, pasar daging dan juga rembesan pasar ikan.

Limbah cair Pasar Peunayong berdasarkan sistem eksisting direncanakan supaya air limbah dari berbagai kegiatan mengalir ke Sungai *Krueng Aceh*. Pada kenyataannya tidak semua air limbah bermuara ke sungai tersebut. Sebagian tergenang di titik-titik tertentu yang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Contoh-contoh titik genangan air limbah di Pasar Peunayong

Genanggan-genangan air limbah tersebut selain menimbulkan bau yang menyengat dan mengganggu estetika pasar juga dikhawatirkan berdampak pada kesehatan masyarakat baik di lingkungan pasar maupun konsumen yang berasal dari berbagai penjuru kota. Ikan, ayam dan daging yang berasal dari lingkungan yang tidak bersih berpotensi membawa benih-benih penyakit yang akan berdampak pada kesehatan konsumen. Genangan di jalan dalam jangka panjang juga merusak aspal jalan itu sendiri dan menganggu kegiatan di pasar.

Timbulnya genangan tersebut dapat disebabkan oleh berbagai penyebab, diantaranya adalah kondisi sistem saluran yang tidak memadai. Meskipun begitu berdasarkan pengamatan dilapangan didapatkan bahwa timbulnya genangan disebabkan oleh aktivitas pedagang dan konsumen yang kurang mematuhi peraturan dan rendahnya kesadaran untuk menjaga lingkungan pasar. Pernyataan tersebut didasari oleh banyaknya sampah yang masuk ke sistem saluran dan keberadaan penjual yang berjualan di luar bangunan pasar.

Kebiasaan membuang sampah sembarangan menyebabkan menumpuknya sampah di sistem saluran air limbah pasar sehingga mengganggu aliran air limbah. Sampah-sampah yang terdapat pada sistem saluran tersebut umumnya berupa botol minuman kemasan, plastik bungkusan dan daun pisang seperti pada Gambar 4.4.. Daun pisang yang dibuang ke perairan juga ikut andil dalam penurunan nilai oksigen terlarut karena juga merupakan unsur organik yang seiring waktu akan terdegradasi oleh mikroorganisme. Sampah plastik yang bermuara ke perairan Sungai Krueng Aceh yang bermuara ke laut juga akan menimbulkan masalah baru yang berdampak terhadap rusaknya ekosistem laut dan populasi ikan yang dalam jangka panjang berefek terhadap kelangkaan ikan. Sampah-sampah tersebut secara langsung menghalangi aliran sehingga air limbah meluap dan menggenangi lingkungan sekitar, selain menggangu aliran air keberadaan sampah juga mengganggu kenyamanan dan keindahan pasar yang seharusnya bersih dan bukan menjadi sarang penyakit karena merupakan tempat dimana bahan pangan masyarakat diperoleh.



Gambar 4.4. Tumpukan sampah di sistem saluran air limbah

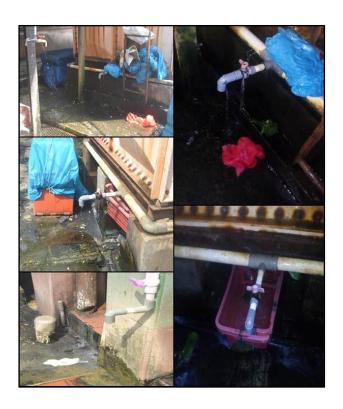
Keberadaan penjual yang berjualan di luar bangunan pasar menyebabkan sistem saluran pasar eksisting tidak berjalan seperti yang direncanakan. Penggunaan air oleh penjual yang berada di samping jalan pasar akan menyebabkan merembesnya air limbah ke jalan karena ketidaksesuaian lokasi berjualan dengan sistem saluran. Secara hukum yang berlaku, berjualan di samping jalan di depan pasar tersebut melanggar Qanun nomor 3 tahun 2007 yang jelas diperingatkan seperti yang terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Keberadaaan lapak di luar bangunan pasar

Jumlah kebutuhan air yang dibutuhkan pasar berasal dari berbagai sumber termasuk balok es untuk menjaga kesegaran ikan. Keberagaman sumber tersebut tersebut juga ikut mempersulit perhitungan debit air limbah pasar peunayong disamping rembesan air ke lingkungan. Berdasarkan fakta lapangan didapatkan bahwa air limbah tersebut tidak semuanya bekas pakai oleh kegiatan pasar, sebagian yang mengalir ke dalam saluran tersebut merupakan air bersih yang belum dimanfaatkan sama sekali. Air bersih tersebut berasal dari penampungan

air bersih pasar yang airnya selalu mengalir karena keran yang digunakan tidak bisa menutup keseluruhan air sehingga air merembes sepanjang waktu seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Rembesan air dari keran yang tidak menutup rapat

Dengan menggunakan metode yang dijelaskan pada BAB III, debit aliran yang didapatkan dari ketiga saluran tersebut disajikan dalam Tabel 4.1. dan selengkapnya dimuat dalam Lampiran A.

Tabel 4.1. Debit Air Limbah Pasar Peunayong

No.	Saluran	Debit Aliran (Liter/s)		
		Pagi	Siang	Sore
1.	Saluran 1	0,125	0,3	0,23
2.	Saluran 2	0,3	0,6	0,5
3.	Saluran 3	0,2	0,4	0,3
Total		0,93		

Angka di atas jika berlangsung secara terus menerus selama 12 jam, maka jumlah air limbah yang dibuang ke Sungai Krueng Aceh yaitu sebanyak 13.467 liter per hari dengan permisalan air limbah tidak mengalir selama 24 jam perhari. Kandungan bahan organik yang terdapat pada air limbah Pasar Peunayong tidak jauh berbeda dengan pasar-pasar lainnya di Indonesia. Nilai BOD Pasar Peunayong yang didapatkan yaitu 121,98 mg/L, sebagai referensi Agustiani dan kawan-wawan menguji nilai BOD Pasar Kobong Kota Semarang pada jam yang berbeda yang berkisar antara 70,66-1447,10 mg/L. Angka-angka tersebut sudah melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu hanya sebanyak 100 mg/L. Berdasarkan hal tersebut, maka air limbah dari Pasar Peunayong masih perlu dilakukan pengolahan sehingga kualitas air limbah yang akan dibuang ke perairan umum dapat memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

## 4.2. Fitoremediasi Sistem SSF-Wetland menggunakan Tanaman Cyperus alternifolius

Peraturan yang mengharuskan pengelolaan air limbah dan menetapkan ambang batas terhadap parameter-parameternya sudah mencukupi sebagai dasar hukum untuk mengelola limbah cair di Pasar Peunayong yang selama ini dibiarkan mencemari Sungai *Krueng Aceh*. Tanpa memandang dari sisi kewajiban dan hukumpun pengelolaan air limbah yang baik akan memberikan manfaat bagi pengurus pasar, pemerintah, masyarakat dan lingkungan hidup. Dengan tingkat pencemaran bahan organik yang relatif tinggi dan debit limbah yang relatif banyak dan fluktuatif, maka sistem pengolahan limbah cair Pasar Peunayong cocok dilakukan secara fitoremediasi dan harus dapat mengontrol variasi debit limbah yang ada. Di samping itu, fitoremediasi sangat cocok karena sistem pengolah limbah tersebut mudah dan murah operasionalnya. Salah satu alternatif sistem tersebut adalah sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands).

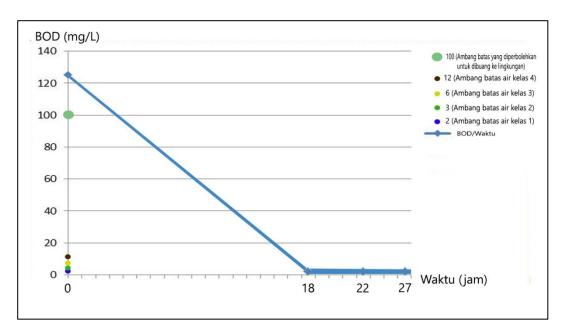
Sistem pengolah limbah SSF-Wetlands hanya membutuhkan bak atau kolam sederhana, yang bisa dibuat dari plastik ataupun beton sehingga tidak

membutuhkan biaya besar untuk membuat instalasi bangunannya. Pengolahan limbah secara lahan basah tidak membutuhkan sistem pengoperasian yang rumit dan dapat menekan biaya operasionalnya karena hanya mengandalkan kinerja tanaman dan mikrobia yang bekerja secara alamiah. Kelebihan lain dari sistem ini adalah relatif tahan dengan debit limbah yang bervariasi, sehingga cocok digunakan untuk pengolahan air limbah organik. Sistem aliran bawah permukaan juga mencegah perkembangbiakan nyamuk karena tidak adanya aliran yang terpapar langsung dengan atmosfir. sisi Pemilihan media yang tepat juga menentukan kelancaran aliran bawah permukaan. Menurut Crites Tchobanoglous (1998), media pasir yang digunakan pada reaktor SSF-Wetland akan dapat menurunkan kecepatan aliran air limbah yang masuk dalam sistem lahan basah, sehingga waktu detensi sistem bisa lebih lama.

Pemilihan tanaman bintang air atau *Cyperus alternifolius* tidak hanya berdasarkan estetika, penelitian yang dilakukan oleh Supradata tahun 2015 dengan sistem lahan basah yang sama menunjukkan hasil degradasi nilai BOD yang cukup baik yaitu mampu menguraikan limbah domestik perumahan hingga pada ambang batas dalam waktu detensi selama 42 jam. Limbah domestik perumahan berbeda dengan limbah pasar karena keberadaan zat kimia pada aktivitas perumahan seperti pemakaian sabun, deterjen, dan pembersih lantai akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme di akar tanaman sedangkan limbah pasar diperkaya oleh unsur organik yang dibutuhkan mikroorganisme sebagai makanan. Perbedaan-perbedaan yang mempengaruhi mikroorganisme tersebut sangat menentukan waktu detensi untuk degradasi BOD. Hasil uji penurunan BOD limbah Pasar peunayong oleh Fitoremediasi dengan sistem SSF-Wetlands menggunakan tanaman Bintang Air dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Penurunan Nilai BOD terhadap Waktu (21-22 Oktober 2018)

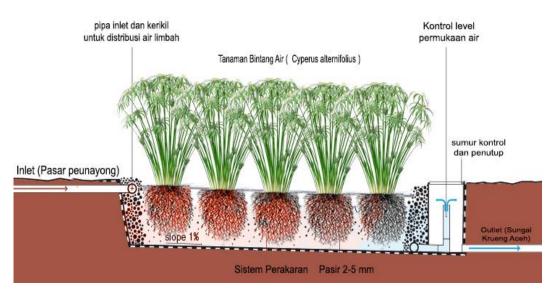
Nama	Hari ke 1	Hari ke 2		
Nama	14:00	08.00	12.00	17.00
Waktu detensi (Jam)	0	18	22	27
BOD (mg/L)	121,98	<2	<2	<2



Gambar 4.7. Penurunan nilai BOD limbah cair Pasar Peunayong terhadap waktu

Air limbah Pasar Peunayong memiliki nilai BOD sebanyak 121.98 mg/L, kemudian setelah 18 jam waktu detensi dan seterusnya nilai BOD sudah berada dibawah 2 mg/L sehingga jika ditinjau dari parameter BOD sudah mencukupi syarat untuk dialirkan ke badan air berdasarkan PERMEN LH nomor 5 tahun 2014 dan tergolong dalam air layak minum atau Golongan A berdasarkan PP nomor 82 tahun 2001. Dikarenakan oleh keterbatasan laboratorium, maka tidak bisa ditentukan angka pasti nilai BOD jika dibawah 2 mg/L.

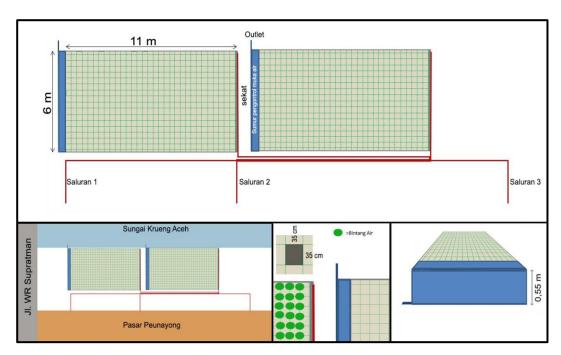
Berdasarkan waktu tinggal tersebut, maka penggunaan tanaman hias jenis "Bintang Air" (*Cyperus alternifolius*) memiliki efektivitas/kinerja yang sangat baik terhadap limbah organik sehingga tanaman hias jenis "Bintang Air" (*Cyperus alternifolius*) cukup baik apabila digunakan pengolahan air limbah organik sistem SSF-Wetlands. Desain instalasi pengelolaan air limbah dengan sistem SSF Wetland menggunakan tanaman Bintang Air dapat diperhatikan pada Gambar 4.8. – 4.10.



Gambar 4.8. Perencanaan sistem SSF-Wetland Pasar Peunayong.



Gambar 4.9. Perencanaan lokasi SSF-Wetland Pasar Peunayong.



Gambar 4.10. Perencanaan dimensi SSF-Wetland Pasar Peunayong.

Air limbah yang masuk ke sistem akan melewati kerikil-kerikil terlebih dahulu sehingga terdistribusi dengan baik, pendistribusian yang baik berguna untuk mengoptimalkan kinerja sistem perakaran secara merata sehingga laju air limbah dalam sistem tidak berbeda-beda, saat akan keluar dari sistem perakaran air yang sudah diolah juga akan melewati lapisan kerikil yang berguna untuk menghindari terbawanya pasir oleh air dan untuk memudahkan air masuk ke pengentrol level permukaan air. Pengontrol tersebut berguna untuk menjaga level muka air sehingga tetap berdasarkan rancangan. Kemudian air yang sudah layak dan legal untuk dialirkan ke sungai *Krueng Aceh*.

SSF Wetland yang direncanakan memiliki dua kolam yang terpisah dengan masing-masing kolam memiliki dimensi lebar 6 meter, kedalaman minimum 0,55 meter dan panjang 11 m. Memisahkan ke dalam dua kolam berguna untuk mendapatkan waktu detensi yang tepat yang dipengaruhi aliran air limbah dalam media pasir berdiameter 1-5 mm. Pemisahan juga berguna untuk memudahkan lalu-lalang masyarakat dari pasar ke Sungai *Krueng Aceh* dan sebaliknya. Panjang 11 meter diperoleh dari jarak yang diperlukan oleh air limbah yang mengalir dengan laju 0,001667 m/s selama waktu detensi 18 jam sehingga didapatkan jarak sepanjang 10,82 meter yang dibulatkan menjadi 11 meter. Lebar

6 meter didapatkan berdasarkan jarak antara Sungai Krueng Aceh dengan pasar yang terdekat adalah 6 meter sehingga tidak ada struktur bangunan pasar yang harus digusur atau dipindahkan ketempat lain. Kedalaman minimum 0,55 meter dibutuhkan untuk menyanggupi debit air limbah pasar yang masuk ke sistem. Kedalaman bisa beragam, jika terlalu dangkal maka dibutuhkan luas lahan ekstra untuk kolam ketiga dan seterusnya, jika terlalu dalam dari segi kebutuhan lahan akan berkurang namun akan mengganggu sistem remediasi karena akar susah menjangkau dasar kolam. Kedalaman yang berkisar antara 0,55 sampai dengan 1 meter sangat cocok diaplikasikan meninjau dari segi kebutuhan lahan, biaya pembuatan dan pertumbuhan tanaman.

Menciptakan suasana lahan basah (rawa) di lahan yang tidak terlalu luas tentu akan menimbulkan pertentangan dari berbagai pihak, salah satunya dikarenakan oleh area yang dibutuhkan untuk mengolah limbah dengan cara fitoremediasi umumnya cukup luas. Meskipun demikian lahan yang dimanfaatkan untuk pembuatan lahan basah buatan dengan menggunakan tanaman yang bernilai estetika tinggi selain menyumbang oksigen dan udara yang lebih bersih juga menyediakan lahan hijau atau taman baru di Kota Banda Aceh.

#### **BAB V**

#### **PENUTUP**

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Volume air limbah yang dihasilkan Pasar Peunayong dalam satu hari yaitu sebanyak 0,93 Liter/s dan mengandung BOD sebanyak 121,98 mg/l. Angkaangka tersebut sudah melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu hanya sebanyak 100mg/L.
- 2. Waktu detensi optimal yang dibutuhkan sistem pengolah air limbah secara SSF-Wetlands menggunakan tanaman Cyperus alternifolius yaitu 18 jam, berdasarkan waktu tersebut dibutuhkan Instalasi dua kolam dengan dimensi masing masing panjang 11 m, lebar 6 m dan kedalaman 0,55 m sampai dengan 1 meter.

#### 5.2. Saran

Sistem fitoremediasi umumnya membutuhkan lahan yang lumayan luas, namun harus ditanggapi dengan pikiran positif seperti akan terciptanya ruang hijau yang lebih luas dan kemudahan operasional yang akan memberikan manfaat jangka panjang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bagwell, E. C., Yvette M. Piceno, Amy Ashburn-Lucas and Charles R. Lovell, 1998, Physiological of Rhizophere Diazotroph Assemblages of Selected Salt Marsh Grasses. Applied and Environmental Microbiology Journal, Vol. 64, No.11, p. 4276-4282.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 482 p.
- Crites, R. and George Tchobanoglaus, 1998, Small and Decentralized Wastewater Management Systems: Wetlands and Aquatic Treatment Systems, Mc Graw Hill, Singapore.
- Grieve, C. M., 2003, Characterization of Microbial Communities and Composition in Constructed Dairy Wetland Wastewater Effluent, Applied and Environmental Microbiology Journal, Vol 69, No. 9, p. 5060-5069.
- Haberl, R., and Langergraber, H., 2002, Constructed wetlands: a chance to solve wastewater problems in developing countries. Wat. Sci. Technol. 40:11–17.
- Halverson, Nancy V., 2004, Review of Constructed Subsurface Flow vs. Surface Flow Wetlands, U.S. Department of Energy, Springfield, USA.
- Hammer, M.J., 1986, Water and Wastewater Technology SI Version, John Wiley & Sons, Singapore.
- Hindarko, S., 2003, Mengolah Air Limbah : Supaya Tidak Mencemari Orang Lain, Penerbit ESHA, Jakarta.
- HUET, H.B.N. 1970. Water Quality Criteria for Fish Life Bioiogical Problems in Water Pollution. PHS. Publ. No. 999-WP-25. 160-167 pp.

- Kep. MENLH No. 112 Tahun 2003. Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003.
- Khiatuddin, M., 2003, Melestarikan Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa Buatan, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Leady, B., 1997, Constructed Subsurface Flow Wetlands For Wastewater Treatment, Purdue University.
- Lemke, C., 1999, Plant of the Week; Cyperus alternifolius Umbrella Plant, Download internet: www.ou.edu.com.
- Lukito A. Marianto, 2004, Merawat dan Menata Tanaman Air, Penerbit Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Mays, L.W.(Editor in Chief) 1996. Water resources handbook. McGraw-Hill.New York. p: 8.27-8.28
- Metcalf & Eddy, Inc. 1991. Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse.3rd ed. (Revised by: G. Tchobanoglous and F.L. Burton). McGraw-Hill,Inc. New York, Singapore. 1334 p.
- Metcalf & Eddy, 1993, Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse,

  McGrawHill Comp
- Metcalf & Eddy, 2003, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition, McGraw-Hill, New York.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. *Seketariat Negara. Jakarta*.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta
- Salmin. 2000. Kadar Oksigen Terlarut di Perairan Sungai Dadap, Goba, Muara Karang dan Teluk Banten. Dalam : Foraminifera Sebagai Bioindikator

- Pencemaran, Hasil Studi di Perairan Estuarin Sungai Dadap, Tangerang (Djoko P. Praseno, Ricky Rositasari dan S. Hadi Riyono, eds.) P3O LIPI hal 42-46
- salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. Oseana, 30(3): 21-26.
- Supradata, S. (2005). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands) (Doctoral dissertation, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro). Suriawiria, U. (1993). Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis, edisi kedua.
- Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A., 2001, Pengelolaan Limbah Rumah
   Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Typha angustifolia)
   dalam Sistem Constructed Wetland, Purifikasi, Volume 2 Nomor 3, ITS
   Surabaya.
- Umaly, R.C. dan Ma L.A. Cuvin. 1988. Limnology: Laboratory and field guide, Physico-chemical factors, Biological factors. National Book Store, Inc. Publishers. Metro Manila. 322 p.
- Verhoeven, J. T., & Meuleman, A. F. (1999). Wetlands for wastewater treatment: opportunities and limitations. *Ecological engineering*, 12(1-2), 5-12.
- Vymazal, J. (2010). Constructed wetlands for wastewater treatment: five decades of experience. *Environmental science & technology*, 45(1), 61-69

LAMPIRAN A

#### Perhitungan Debit Limbah

No.	Saluran	Periode 1,5 Liter (s)		
		Pagi	Siang	Sore
1.	Saluran 1	12	5	6,5
2.	Saluran 2	5	2,5	3
3.	Saluran 3	9	4,5	6

Contoh (saluran 1, pagi)

Periode = 12s

Volume = 1,5 liter

Q=?

Q= Volume/Periode

= 1,5 L/12 s

= 0.125 L/s

#### Keseluruhan:

No.	Saluran	Debit Aliran (Liter/s)		
		Pagi	Siang	Sore
1.	Saluran 1	0,125	0,3	0,23
2.	Saluran 2	0,3	0,6	0,5
3.	Saluran 3	0,2	0,4	0,3
Tota	perhari	0,93		

#### Penentuan Dimensi

Lebar model= 0,3 m

Tinggi muka air model= 0,2 cm

Panjang model =2 m

Debit = $0.0001 \text{ m}^3/\text{s}$ 

Waktu detensi = 18 jam

Laju aliran = 0.001667 m/s

Panjang lintasan = laju aliran x waktu detensi

=(0.001667 m/s) x (18 jam)

= 10,82 m → 11 m

Kedalaman = [ (0.5 x Q pasar/debit model)/ barisan tanaman] x tinggi muka air model

= $[0.5 \times 0.0093 \text{ m}^3/\text{s} / 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}) / 17] \times 0.2 \text{ m}$ 

=2,735x0,2 m

 $=0,547 \text{ m} \rightarrow 0,55 \text{ m}$ 

#### LAMPIRAN B

#### Persiapan Model







Pengambilan Sample

