BIDANG KAJIAN :
PENGELOLAAN LINGKUNGAN

LAPORAN AKHIR PENELITIAN

PENURUNAN NUTRIEN AMONIAK DAN IPAL KOMUNAL TLOGOMAS DENGAN FITOREMEDIASI

Dr. Evy Hendriarianti ST. M.MT/0701117202
Candra Dwi Ratna ST. MT/0702017502

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2018

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN HIBAH INTERNAL

Judul	: Penurunan Nutrien Amoniak dan Nitrat Efluen IPAL Komunal Janti Dengan Fitoremediasi
Peneliti/Pelaksana	
Nama Lengkap & Gelar	: Evy Hendriarianti, Dr. ST., M.MT
NIDN / NIP	: 0701117202 / P. 1030300382
Fakultas / Program Studi	: Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan / Teknik Lingkungan S-1
Alamat Surel (E-mail)	: evyhendriarianti@lecturer.itn.ac.id
No. HP	: 081330116312
Jabatan Fungsional	: Lektor
Anggota (1)	
Nama Lengkap & Gelar	: Candra Dwi Ratna, ST, MT
NIDN / NIP	: 0702017502 / P. 1030000349
Fakultas / Program Studi	: Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan / Teknik Lingkungan S-1
Institusi Mitra (jika ada)	
Nama Institusi Mitra	:
Alamat Institusi Mitra	:
Penanggung Jawab	:
Tahun Pelaksanaan	: 2017
Biaya Keseluruhan	: Rp. 10.000.000,00

Mengetahui,
Ketua LPPM ITN Malang

(Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D)
NIP. Y. 1030100359

Malang, 10 Januari 2018
Ketua,

(Evy Hendriarianti, Dr. ST., M.MT)
NIP. P. 1030300382

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTITAS PENELITIAN

DAFTAR ISI i

RINGKASAN.....ii

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang dan Permasalahan..... 1

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN 15

BAB IV METODOLOGI.....16

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....20

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....29

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RINGKASAN

Melihat potensi dan manfaat reuse air limbah domestik dan masih rendahnya kinerja pengelolaan air limbah, maka diperlukan penelitian untuk mengoptimalkan proses pengolahan air limbah domestik . IPAL Komunal USRI dan DAK-APBN perlu diperbaiki kinerja pengolahan terutama unuk parameter nutrien. Upaya perbaikan dilakukan dengan pendekatan sistem pengolahan melalui pilot plant konfigurasi unit pengolahan. Pengolahan limbah domestik dengan unit pengolahan anaerobik, aerobik dan fitoremediasi terbukti mempunyai kinerja pengolahan yang lebih bagus.

Pada penelitian ini dilakukan penambahan unit pengolahan fitoremediasi pada pilot plant IPAL Komunal Tlogomas. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi NH_3 pada tanaman Kangkung. Sedangkan pada tanaman Selada menunjukkan peningkatan konsentrasi NH_3. Pada outlet reaktor hidroponik dihasilkan konsentrasi Amoniak terendah sebesar 1,479 mg/L dengan tanaman Kangkung. Sedangkan konsentrasi NO_3 mengalami peningkatan pada kedua variasi tanaman Kangkung dan Selada. Persentase penyisihan Amoniak sebesar 20,17 % menggunakan tanaman Kangkung pada hari ke-7 dan 18,72 % menggunakan tanaman Selada pada hari ke-14. Sedangkan persentase penyisihan Nitrat sebesar 17,44 % menggunakan tanaman Kangkung pada hari ke-7. Sedangkan pada tanaman Selada terjadi kenaikan dengan persentase sebesar 11,15 % pada hari ke-14.

Kata Kunci : fitoremediasi, air limbah domestik, hidroponik, kangkung, selada

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Permasalahan

Masalah air limbah khususnya di negara berkembang menjadi isu strategis dalam pembangunan berkelanjutan. Menurut wakil Sekjen PBB pada 25 Maret 2013, Indonesia termasuk dalam 10 (sepuluh) negara dengan tingkat sanitasi terburuk di dunia (sumber : detik.com). Evaluasi terhadap program PPSP melalui National City Sanitation Rating (NCSR), pada September 2012 skor untuk setiap kota dan kabupaten masih rendah. Semua kota dan kabupaten mendapatkan nilai D (zona merah) karena nilai indeksnya dibawah 6,0. Parameter yang dievaluasi adalah profil akses, akses infrastrukur dan akses investasi. Kota Malang memiliki skor yang sangat rendah (0.4) (http://www.pokjaAMPL, 2012). Kota Malang memiliki 19 IPAL Komunal (BLH Kota Malang, 2012). Salah satunya IPAL Komunal Mergosono I dengan efisiensi pengolahan rendah. Pemisahan TSS dan BOD berturut-turut hanya sebesar 17,81% dan 26.98 %. Padahal kinerja biofilter anaerobik rata- rata bisa mencapai 90 % untuk pemisahan material organik (McCarty, 1969). Sering dilaporkan bahwa pengolahan anaerobik untuk berbagai jenis air limbah telah mencapai persentase pemisahan COD yang tinggi (>90%) (Patrick A. Ray, 2010) (Metcalf, 2003) (Najafpour G.D., 2006) (Najafpour, 2005) (Khademi M. N., 2009) (Zinatizadeh, 2009)
(Alrawi, 2010).

Program percepatan pembangunan sanitasi pemukiman (PPSP) untuk memenuhi target MDG's telah berakhir pada tahun 2014. Saat ini pemerintah meluncurkan program 100-0-100 (100% akses air minum, 0% kawasan kumuh, 100% akses sanitasi layak) yang ditargetkan tercapai pada tahun 2019. Dalam Peraturan Presiden Nomor 185 tahun 2014 tentang Percepatan Penyediaan Air Minum dan Sanitasi disebutkan perlunya pengembangan iptek sanitasi dan peningkatan keterlibatan masyarakat dalam upaya sanitasi. Dalam forum

Indonesia Water Week 2015, dirumuskan perlunya keterlibatan dunia pendidikan dalam sanitasi. Hal ini yang menjadi motivasi dalam penelitian ini.

Peningkatan kinerja pengolahan air limbah menarik jika dihubungkan dengan potensi penggunaannya sebagai alternatif sumber air . Penggunaan air limbah daur ulang juga digunakan untuk industri terutama sebagai pendingin, recharge akuifer, danau rekreasi, akuakultur dan pembersihan toilet (Nur Idaman Said, 2006). Faktor lain yang menjadi motivasi dalam penggunaaan teknologi *recycle* dan *reuse* air limbah adalah meminimisasi biaya infastruktur termasuk biaya total pengolahan dan biaya pembuangan. Disamping itu juga bisa mereduksi bahkan mengeliminasi pembuangan air limbah ke lingkungan penerima (S. Vigneswaran, M.Sundaravadiel, 2004). Potensi *reuse* air limbah tergantung pada karakteristik hidrolik dan biokimia air limbah yang menentukan metode dan tingkat pengolahan yang digunakan. Penggunaan *reuse* air limbah untuk irigasi mempunyai tingkat kualitas pengolahan yang rendah. Sedangkan *reuse* air limbah untuk kepentingan domestik sebagai air minum, air bersih maupun selain air bersih memerlukan tingkat kualitas pengolahan yang tinggi. Tingkat kualitas pengolahan air limbah untuk *reuse* yang lainnya berada pada kedua rentang kualitas pengolahan untuk irigasi dan domestik (S. Vigneswaran, M.Sundaravadiel, 2004).

Melihat potensi dan manfaat *reuse* air limbah domestik diatas dan masih rendahnya kinerja pengelolaan air limbah, maka diperlukan penelitian untuk mengoptimalkan efluen IPAL Komunal dengan teknologi Fitoremediasi.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan melakukan evaluasi kinerja IPAL Komunal. Dari hasil evaluasi diketahui konfigurasi unit pengolahan IPAL Komunal Tlogomas berupa Anarobic Baffled Reactor dan Filter. IPAL Komunal Tlogomas dikelola masyarakat (KSM Panca Murti, BKM Tlogomas) dengan kinerja pengolahan BOD, COD dan TSS sebesar 99%. Kinerja pengolahan untuk parameter NO_3 dan PO_4 berturut-turut sebesar 69% dan 3%. Sedangkan konsentrasi amoniak pada efluen IPAL Tlogomas sebesar 32,55 mg/L. Dari hasil evaluasi kinerja ini dapat disimpulkan bahwa IPAL komunal Tlogomas perlu diperbaiki kinerja pengolahan terutama untuk

parameter nutrien. Upaya perbaikan dilakukan dengan pendekatan sistem pengolahan melalui *pilot plant* IPAL Komunal.

Dari hasil analisa hasil uji sampel influen *pilot plant* IPAL Komunal diketahui kualitas influen IPAL Komunal masih jauh diatas baku mutu untuk parameter bahan organik BOD dan COD. Sedangkan untuk parameter TSS masih mendekati baku mutu. Nilai rasio BOD/COD influen IPAL Komunal pada obyek studi berkisar antara 0,205-0,248. Tingkat pembebanan organik pada unit Filter Anaerobik *pilot plant* reaktor IPAL Komunal Tlogomas sebesar 2,67 kgBOD/m^3.hari. Tingkat kinerja pengolahan yang dicapai untuk parameter BOD 78%, COD 77%, TSS 95%, Nitrat 60%, Amoniak 41% dan Fosfat Total 12%. Pengolahan limbah domestik dengan unit pengolahan anaerobik, aerobik dan fitoremediasi pada IPAL MCK Plus Tlogomas terbukti mempunyai kinerja pengolahan yang lebih bagus (hendriarianti, 2016). Pada penelitian ini akan dilakukan penambahan unit pengolahan fitoremediasi pada *pilot plant* Tlogomas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Air Limbah Domestik

Proses pengolahan air limbah tergantung pada karakteristik air limbah sebagai bahan baku. Konsentrasi yang tinggi atau rendah dari polutan akan mempengaruhi proses pengolahan khususnya pada kinerja proses biokimia dalam degradasi material organik. Jadi dalam pembahasan tentang proses optimisasi IPAL, topik karakteristik air limbah domestik ini perlu dikaji.

Air tidak terpakai yang dihasilkan dari berbagai aktivitas rumah disebut air limbah domestik. Air limbah domestik terbagi menjadi *grey water* dan *black water*. *Grey water* dihasilkan dari kamar mandi, fasilitas mencuci baju dan dapur. Air limbah yang dihasilkan dari WC disebut *black water* seperti urin, air pembilas toilet dan cairan pemebrsih lainnya dari WC (Sanitasi, 2010).

Penelitian karakteristik kontaminan yang ada dalam air limbah menunjukkan pembagiannya menjadi kelompok yang terlarut dan tersuspensi dari filter membran 0.45-µm. Dimana 65% COD, 60% BOD5, 50% TP dan 20% TN dikelompokkan dalam fraksi tersuspensi. Hampir semua kontaminan yang termasuk dalam fraksi tersuspensi dapat dengan mudah dipisahkan dengan sedimentasi atau koagulasi/sedimentasi. Oleh karena itu, efek pengolahan primer akan tergantung pada berapa persen fraksi tersuspensi air limbah. Kontaminan terlarut sulit dipisahkan dengan sedimentasi atau koagulasi/sedimentasi. Oleh sebab itu, pengolahan biologi dan pengolahan lanjut lainnya telah diaplikasikan untuk memenuhi target kualitas air (WANG Xiaochang, 2007).

Karakteristik air limbah domestik tergantung pada karakteristik sosial ekonomi masyarakat (Smith A.). Terdapat perbedaan diantara negara berkembang dan negara maju. Konsusmsi air di negara maju lebih besar dari negara berkembang sehingga konsentrasi polutan lebih kecil. Berikut ini karakteristik air limbah domestik (BOD, TSS dan COD) dari Indonesia dan Amerika.

Tabel 2.1. Perbandingan Karakteristik Air Limbah Domestik

NO.	NEGARA	PARAMETER KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK			
		BOD_5	TSS	COD	Oil and grease
		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	Amerika (Metcalf and Eddy, 2003)	190	210	430	90
2	Indonesia (BPPT,2005)	353	119	615	63

Melihat karakteristik air limbah domestik diatas, nilai konsentrasi BOD_5 dan COD berbeda di Indonesia lebih besar daripada di Amerika. Dari perbedaan konsentrasi ini disimpulkan beban organik juga lebih besar sehingga kinetika reaksi proses biologi berbeda pula. Dalam desain pengolahan biologi yang ada di Indonesia belum ditemukan penelitian yang mencari nilai konstanta kinetika proses biologi. Selama ini nilai konstanta kinetika proses biologi ini diambil dari literatur yang berasal dari penelitian di negara maju seperti Amerika yang mempunyai karakteristik yang berbeda seperti dijelaskan diatas.

2.2. Pengolahan Air Limbah

Definisi *treatment* atau pengolahan adalah pemisahan padatan dan stabilisasi polutan. Maksud dari stabilisasi polutan adalah mendegradasi materi organik sampai pada suatu titik dimana reaksi kimia dan biologis tidak berlangsung lagi. *Treatment* juga bisa berarti menghilangkan racun atau substansi yang berbahaya (misalnya logam berat atau *phosphor*) yang bisa menghentikan siklus biologis yang berkelanjutan, meskipun telah terjadi stabilisasi materi organik. Pada umumnya bahan pencemar yang menjadi

perhatian utama adalah bahan–bahan organik yang larut dan tidak larut, berbentuk senyawa nitrogen, fosfor, dan materi *inert* tidak terlarut. Berdasarkan proses yang berlangsung, pengolahan air limbah dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu pengolahan secara kimia, fisika, dan secara biologi.

- Pengolahan limbah secara fisika

  Merupakan proses pengolahan limbah tanpa adanya reaksi kimia atau biologi. Setiap tahap dari proses fisika melibatkan tahapan pemisahan materi tersuspensi dari fase fluidanya.
- Pengolahan limbah secara kimia

  Merupakan proses pengolahan limbah yang memanfaatkan reaksi–reaksi kimia untuk mentransformasi limbah berbahaya menjadi tidak berbahaya. Berbagai bentuk pengolahan misalnya netralisasi, koagulasi–flokulasi, oksidasi–reduksi, penukaran ion, dan klorinasi.
- Pengolahan limbah secara biologi

Merupakan proses pengolahan limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, terutama bakteri, untuk mendegradasi polutan–polutan yang terdapat dalam air limbah.

2.3 Sistem Pengolahan Air Limbah Menggunakan Media Tanaman

4.1 Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah penggunaan langsung tanaman hijau untuk menghapus, mendegradasi atau menahan kontaminan di tanah, lumpur, sedimen, air permukaan dan tanah. Proses fitoremediasi secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan sruktur tumbuhan, yaitu sebagai berikut *Phytoacumulation* (*phytoextraction)*, *Rhizofiltration* (*rhizo*=akar), *Phytostabilization*, *Rhyzodegradetion*, *Phytodegradation* (*phyto transformation*), *Phytovolatization* (UNEP,2005).

Rony Irawanto (2010) menjelaskan bahwa konsep Fitoremediasi sangat ekologis, ekonomis dan efektif dalam pengelolaan lingkungan. Fitoremediasi efektif dan murah untuk menangani pencemaran terhadap lingkungan.

Fitoremediasi dapat diterapkan untuk pengolahan air limbah, baik limbah rumah, industri, pertanian, penampung air hujan dan pengolahan air sungai atau danau.

4.2 Lahan Basah Buatan (*Constructed wetland*)

Lahan Basah Buatan (*Constructed wetland*) adalah cekungan dangkal yang diisi dengan substrat biasanya tanah atau kerikil dan ditanami dengan vegetasi toleran terhadap kondisi jenuh. Air masuk dari ujung satu dan mengalir di atas permukaan atau melalui substrat dan dibuang diujung lain melelui benduung atau struktur lain yang mengontrol kedalaman air lahan basah buatan (USEPA,2000).

Ada beberapa jenis lahan basah buatan: *Surface flow wetlands*, *Subsurface flow wetlands* dan *hybrid system. Surface flow wetlands* yaitu tingkat air diatas permukaan tanah, vegetasi berakar dan muncul diatas pemukaan air, aliran air utama di atas tanah; *Subsurface flow wetlands* yaitu tingkat air di bawah tanah, aliran air melalui lapisan pasir atau kerikil, akar menembus kebagian bawah lapisan; dan *hybrid system* yaitu gabungan aliran permukaan dan aliran bawah permukaan lahan basah. Sistem lahan basah juga dapat dikombinasikan dengan teknologi pengolahan konvensional (USEPA,2000).

Anna Suswati (2013) menjelaskan bahwa *Constructed wetland* merupakan teknologi hijau yang efisien untuk menurunkan kadar pencemar dalam limbah cair. Teknologi *Constructed wetlands* dapat diterapkan untuk daerah perkotaan yang tidak terjangkau fasilitas

pengolah limbah rumah tangga secara terpusat. *Constructed wetland* tidak hanya dimanfaatkan untuk mengolah limbah cair domestik, tetapi juga untuk industri atau tambang. Dengan pemilihan media dan kombinasi penggunaan media dapat meningkatkan kinerja *Constructed wetland* dalam menurunkan kadar polutan. Sementara jenis tanaman dilakukan untuk menyesuaikan dengan lokasi *Constructed wetland* berkenaan dengan paparan sinar matahari dan berdasarkan pertimbangan estetika.

4.3 Hidroponik

a. Pengertian

Hidroponik adalah suatu pengerjaan atau pengelolaan air sebagai media tumbuh tanaman tanpa menggunakan media tanah sebagai media tanam dan mengambil unsur hara mineral yang dibutuhkan dari larutan nutrisi yang dilarutkan dalam air (Istiqomah,2007).

b. Macam Hidroponik

Pinus Lingga (2002) membagi Hidroponik menjadi 2 macam berdasarkan prinsip dasarnya antara lain:

1. Hidroponik Substrat

   Hidroponik substrat tidak menggunakan air sebagai media, tetapi menggunakan media padat (bukan tanah) yang dapat menyerap atau menyediakan nutrisi air, dan oksigen serta mendukung akar tanaman seperti halnya fungsi tanah.

2. *Nutrient Film Technique* (NFT)

   Nutrient Film Technique (NFT) merupakan model budidaya dengan meletakan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersikulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran bisa berkembang di dalam larutan nutrisi. Karena di sekeliling perakaran terdapat selapis larutan nutrisi maka sistem ini dikenal dengan nama *nutrient film technique.* Teknik *Nutrient Film Technique* (NFT) dimodifikasi lagi menjadi *Deep Film Technique* (DFT). Evy Syariefa, dkk (2014) menjelaskan DFT merupakan metode budidaya tanaman

Hidroponik dengan meletakan akar tanaman pada lapisan air yang dalam, kedalaman lapisan berkisar 5-8 cm. Sistem ini banyak diterapkan di daerah tropis dan subtropis ini memungkinkan tenaman "bernapas" stabil karena ada penjeda antara pangkal akar dengan permukaan larutan nutrisi.

c. Sistem Hidroponik

Siti Istiqomah (2007) menjelaskan beberapa sistem hidroponik sebagai berikut:

1. Sistem Aktif dan Pasif

   Terdapat sistem Hidroponik pasif dan aktif. Sistem Hidroponik pasif, yakni air yang digunakan kekal statik dalam takung atau kolam. Sesuai digunakan untuk jangka pendek, seperti sayuran, yakni salad, sawi, kalian dan bayam. Tidak memerlukan biaya besar dan sesuai untuk para amatir atau pehobi, namun bisa juga dijalankan secara komersial. Contoh, sistem Hidroponik takung atau sistem Hidroponik rakit.

   Sistem Hidroponik aktif merupakan sistem yang larutan garam mineralnya dibekalkan melalui tangki dan dipompakan ke akar tanaman, kemudian larutan berkenaan akan kembali semula ke dalam tangki. Proses ini terus berputar, sehingga tanaman tumbuh berkembang sampai siap untuk dituai. Sistem ini sesuai untuk sayuran buah, seperti tomato, cabe, terung, tembikai, timun dan sebagainya. Contoh sistem ini ialah DFT, NFT dan takung aktif.

2. Sistem Terbuka Tertutup

   Hidroponik bisa juga digolongkan sistem terbuka dan tertutup. Sistem tertutup menggunakan air sepenuhnya, termasuk teknik NFT, DFT dan modifikasi NFT. Sistem terbuka menggunakan bahan pengganti tanah seperti rockwool, gambut hancur, bubuk papan, sabut kelapa, perlit dan pasir. Hal ini menyerupai sistem penanaman dalam pot, tetapi tidak menggunakna tanah.

d. Tanaman Air Hidroponik

1. Selada (*Lactuca sative L.)*

Tanaman Selada tumbuh baik di dataran tinggi (pegunungan). Di dataran

rendah kropnya kecil-kecil dan cepat berbunga. Pertumbuhan optimal pada tanah yang subur banyak mengandung humus, mengandung pasir atau lumpur. Suhu yang optimal untuk tumbuhnya antara 15-20°C, pH antara 5-6,5. Waktu tanam terbaik adalah pada akhir musim hujan. Walaupun demikian dapat pula ditanam pada musim kemarau dengan pengairan dan penyiraman yang cukup.

Klasifikasi Selada

Divisi *Spermatophyta* Sub Divisi *Angiospermae*

Kelas *Dicotyledonae*

Suku	*Asteraceae*
Marga	*Lactuca*
Jenis	*Lactuca sative L.*

Gambar 2.1 Tanaman Selada (*Lactuca sative L*)

Selada termasuk tanaman setahun atau semusim yang banyak mengandung air (*herbaceous*). Batangnya pendek berbuku-buku, tempat kedudukan daun. Daun-daun selada bentuknya bulat panjang, mencapai ukuran 25 cm dan lebarnya 15 cm atau lebih Sistem perakaran tanaman selada adalah akar tunggang dan cabang-cabang akar yang menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 25-50 cm di daerah yang beriklim sedang (sub-tropis), tanaman selada mudah berbunga. Bunganya berwarna kuning, terletak pada rangkaian yang lebat dan tangkai bunganya dapat mencapai ketinggian 90 cm. Bunga ini menghasilkan buah berbentuk polong yang berisi biji. Biji selada berbentuk pipih, berukuran kecil-kecil, serta berbulu tajam (Anonim, 2017).

2. **Kangkung (*Ipomoea aquatica)***

Kangkung merupakan sejenis tumbuhan yang termasuk jenis sayur-sayuran dan ditanam sebagai makanan. Kangkung air merupakan tanaman hijau yang termasuk famili Convolvulaceae, tanaman tahunan yang tumbuhnya merambat atau membelit, batang panjang, berlubang dan berair, tangkai daun tebal dan berlubang, helaian daun berubah-ubah dalam bentuk dan ukuran serta bunganya berbentuk corong..

Klasifikasi tumbuhan Kangkung

(*Ipomoea aquatica)* sebagai berikut:

Divisi *Magnoliophyta*

Class *Mangnoliopsida*

Ordo *Solanales*

Family *Convolvulacaceae*

Genus *Ipomoea*

Spesies*Ipomoea aquatica Forssk.*

Gambar 2.2 Kangkung (*Ipomoea aquatica*)

Secara anatomi tanaman kangkung memiliki akar serabut yang tumbuh disetiap ruas batang, sehingga memiliki daya hisap yang tinggi terhadap bahan pencemar yang ada disungai. Struktur batang yang berongga berguna untuk mempercepat proses kapilaritas dari batang. Akibatnya kemampuan untuk mengangkut air limbah bisa terjadi dengan cepat. Struktur daun yang terdiri dari 3-5 helai dengan struktur daun yang tipis menyebabkan tumbuhan mudah kehilangan air karena air yang ada didalam menguap. Hilangnya air yang menguap akan menyebabkan tekanan pada daun menjadi rendah sehingga menarik air yang ada di pembuluh. Dengan struktur anatomi, morfologi, fisiologi kangkung yang seperti ini sehingga tanaman ini dapat menyerap berbagai jenis polutan yang ada disungai (Anonim, 2017).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan

Melakukan pengembangan sistem pengolahan IPAL Komunal melalui *pilot plant* dengan menambahkan unit pengolahan *Fitoremediasi* untuk menurunkan nutrien Amoniak dan Nitrat.

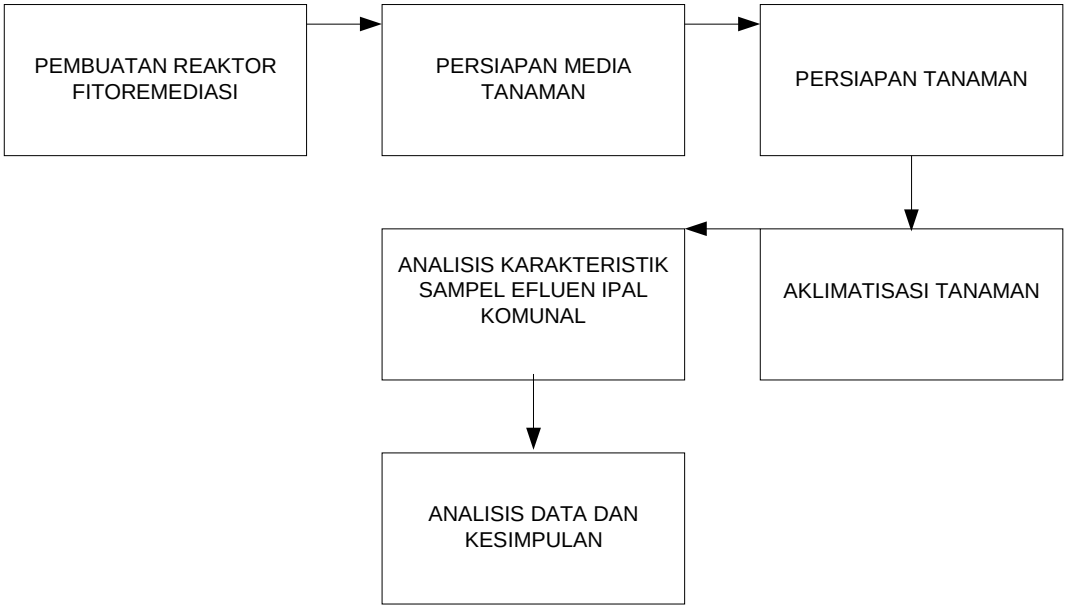
3.2. Manfaat

Dalam upaya untuk memenuhi target MDG's di sektor sanitasi dan kelestarian lingkungan, perlu dilakukan peningkatan kinerja pengolahan IPAL Komunal yang saat ini masih terbatas kinerjanya dari efisien pengolahan dan nilai NCSR yang rendah. Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi masyarakat pengelola IPAL Komunal untuk mengolah nutrien efluen IPAL Komunal yang tinggi dengan Fitoremediasi.

BAB IV METODOLOGI

4.1 Kegiatan Penelitian

Tujuan dari penelitian untuk menurunkan kandungan nutrien yang masih tinggi dari efluen IPAL Komunal eksisting dengan menggunakan metode pengolahan fitoremediasi. Kegiatan penelitian ini mempunyai tahapan seperti pada Gambar 4.1. berikut ini.



Gambar 4.1 Diagram alir penelitian

Diskripsi setiap kegiatan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Pembuatan reaktor Fitoremediasi atau Bed Evapotranspirasi

   Tahap awal dalam penelitian ini adalah dengan membuat reaktor Fitoremediasi yang dimensi disesuaikan dengan kuantitas efluen reaktor IPAL Komunal eksisting.

2. Persiapan Media Tanam

   Media tanaman menggunakan tanah dari lokasi IPAL Komunal.

3. Persiapan Tanaman

Tanaman yang akan digunakan adalah 2 jenis tanaman yang berfungsi sebagai penyerap N dan penyerap P. Tanaman ini akan diaklimatisasi sebelum digunakan dalam proses penelitian fitoremediasi.

4. Aklimatisasi Tanaman

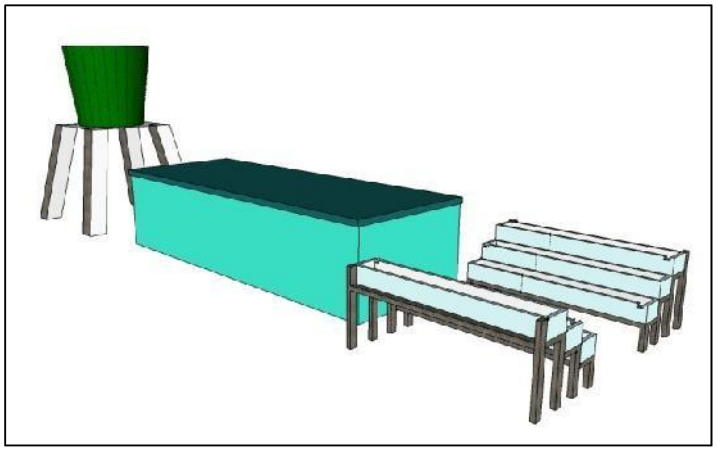
Tahap aklimatisasi dilakukan dengan menggunakan ember berukuran 30 L dengan media tanam tanah dari lokasi penerima efluen IPAL Komunal. Kemudian indukan tumbuhan ditanam dan dilihat hingga tumbuh tunas baru sebagai generasi 2. Tunas baru ini muncul kurang lebih 4 hari setelah tumbuhan induk ditanam. Kemudian tanaman generasi kedua inilah yang digunakan untuk uji fitoremediasi dan dipilih tumbuhan dengan umur yang sama.

5. Analisa karakteristik sampel efluen IPAL Komunal

Samping dan analisa parameter kualitas efluen di IPAL Komunal meliputi konsentrasi NH_3 dan PO_4. Sampling air limbah dilakukan dengan metode pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*) pada saat jam puncak sesuai dengan SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.

6. Pelaksanaan penelitian.

Penelitian fitoremediasi ini menggunakan sistem *hydroponik*.



Gambar 4.2. Reaktor Penelitian

a. Bak Penampung Limbah

Bak dengan kapasitas ± 200 liter yang digunakan untuk menampung limbah cair

domestik sebelum diolah. Limbah cair domestik dialirkan secara gravitasi dengan menggunakan selang, untuk mengatur debit aliran digunakan *valve*.

b. Pilot Plant

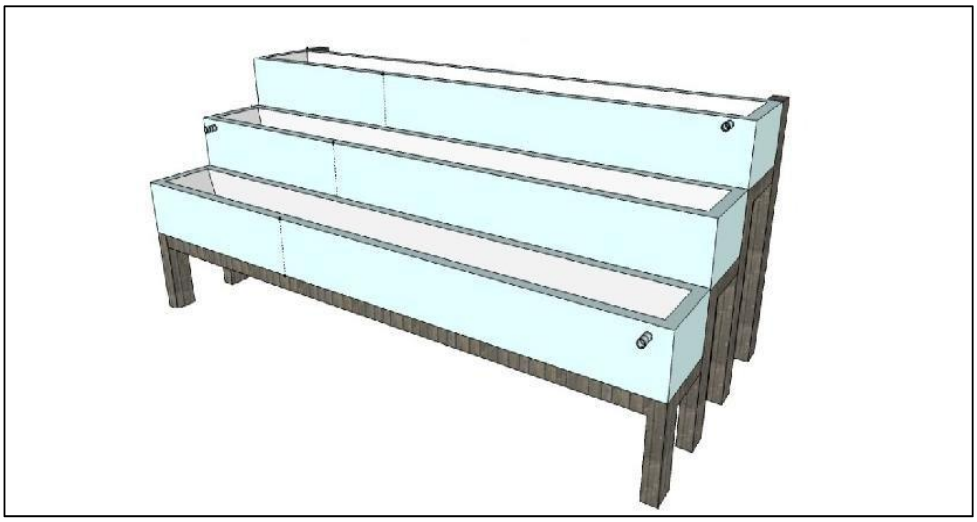
Pilot Plant yang digunakan merupakan *pilot plant* IPAL Komunal Tlogomas RT 05/RW 05 yang sudah digunakan pada penelitian sebelumnya.

c. Reaktor Hidroponik

Raktor Hidroponik terdiri atas kerangka sebagai penyangga reaktor dan reaktor sebagai tempat tumbuh tanaman. Kerangka terbuat dari kayu dan berisi 3 tingkat. Reaktor terbuat dari fiber berjumlah 3 buah dalam satu unit. Dimensi kerangka dan reaktor dibuat 1500 cm^2, dibuat 2 unit untuk variasi jenis tanaman.

Tabel 4.2 Dimensi Kerangka dan Reaktor

Alat	**Luas Permukaan**
	1500 cm^2
Kerangka	P: 110 cm, L: 50 cm, T: 60 cm
Reaktor	P: 100 cm, L: 15 cm, T: 12 cm



Gambar 4.2 Reaktor Hidroponik

7. Analisa Data dan Kesimpulan

Data yang dihasilkan dari hasil penelitian dianalisa dengan metode analisa

data diskriptif dalam bentuk tabel dan grafik, nilai maksimal, nilai minimum dan nilai rata-rata. Selain itu juga dilakukan analisa inferensi untuk memperoleh informasi pengaruh variabel penelitian. Hasil analisa diskriptif dan inferensi selanjutnya dibahas sehingga menghasilkan kesimpulan penelitian.

4.2. Variabel Penelitian

a. Variabel Terikat : NO_3 dan NH_3

b. Variabel Tetap

- Laju Aliran Pilot Plant : 0,5 L/menit
- Laju aliran Reaktor Hidroponik: 0,25 L/menit
- Jarak tanam reaktor Hidroponik : 20 cm/rumpun
- Waktu detensi reaktor Hidroponik : 215 menit

c. Variabel Bebas

- Variasi1 : Luas permukaan hidroponik 1500 $cm^{2,}$ Tanaman Selada, Pengambilan sampel 7 dan 14 hari
- Variasi 2 : Luas permukaan hidroponik 1500 cm^2 Tanaman Kangkung, Pengambilan sampel 7 dan 14 hari

Pada setiap reaktor uji dilakukan analisa rasio BOD/COD, rasio C/N dan evapotranspirasi. Metode analisa sampel tanah pada reaktor bed evapotranspirasi mengikuti Petunjuk Teknis Analisa Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk dari Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, 2005.

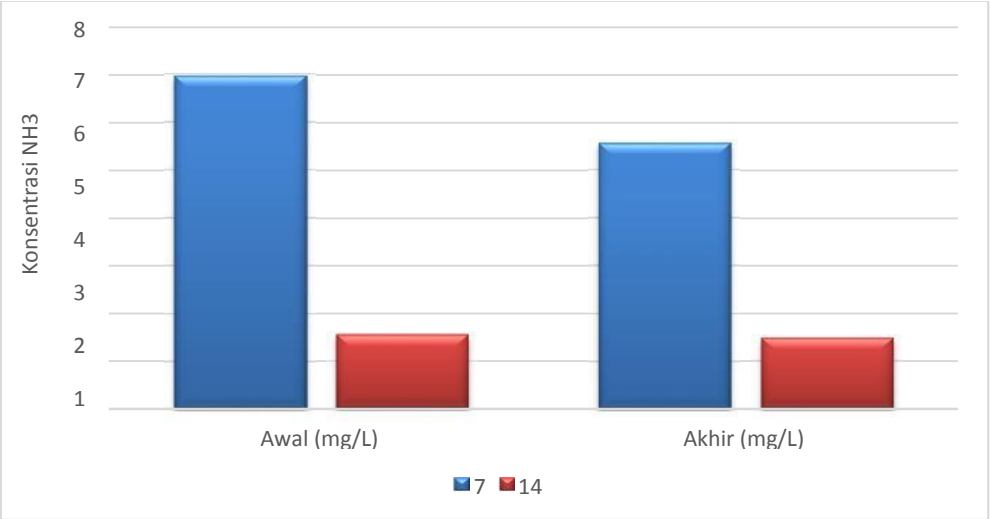
BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

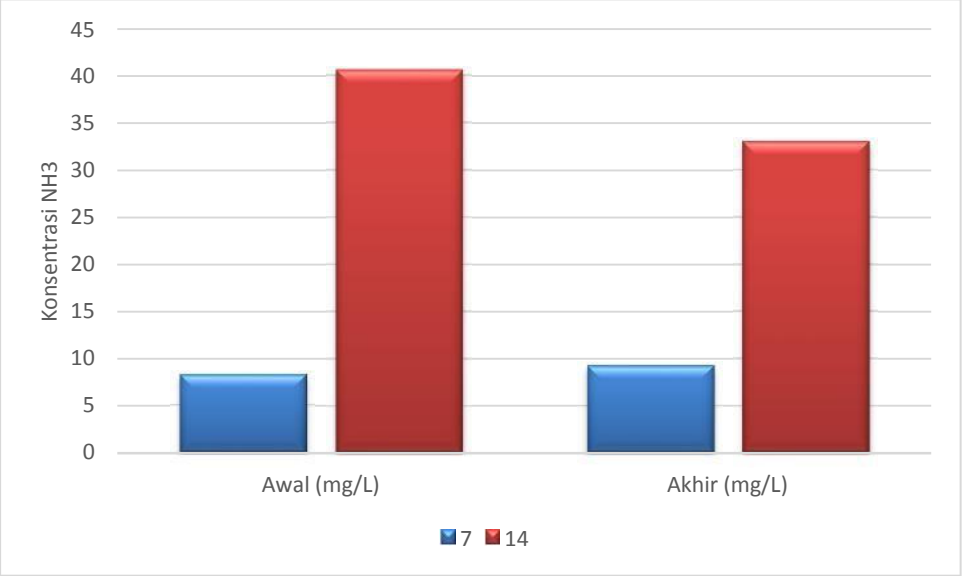
Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi NH_3 pada tanaman Kangkung. Sedangkan pada tanaman Selada menunjukkan peningkatan konsentrasi NH_3. Hasil penelitian didiskripsikan pada tabel 5.1 dan grafik 5.1 sampai grafik 5.4.

Tabel 5.1. Konsentrasi Amoniak dan Nitrat Selama Waktu Operasi

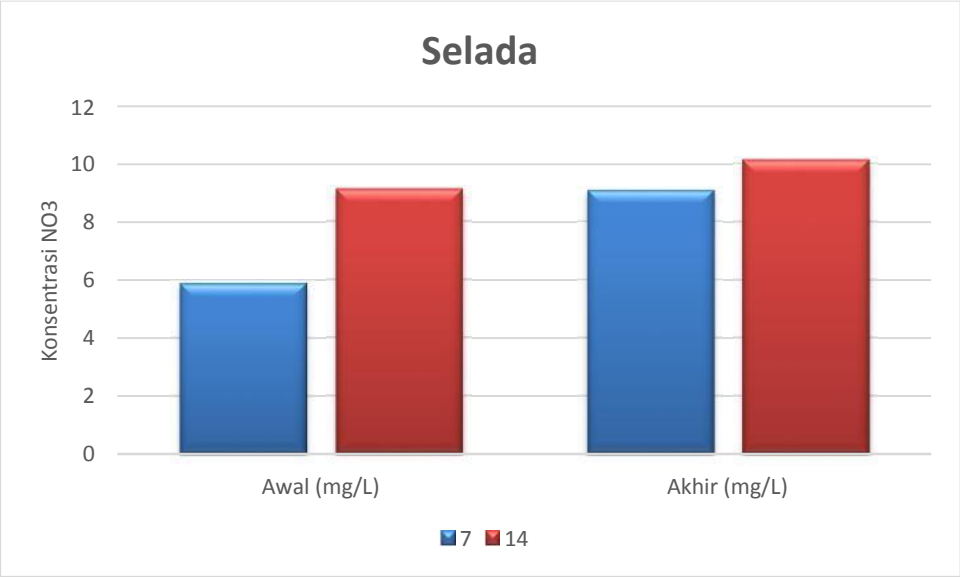
Tanaman Uji	Waktu Operasi (Hari ke-)	Nilai Konsentrasi Amoniak		Nilai Konsentrasi Nitrat	
		Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)
Kangkung	7	6,965	5,56	15,94	15,57
	14	1,546	1,479	9,611	7,935
Selada	7	8,2	9,26	5,882	9,072
	14	40,6	33	9,105	10,12



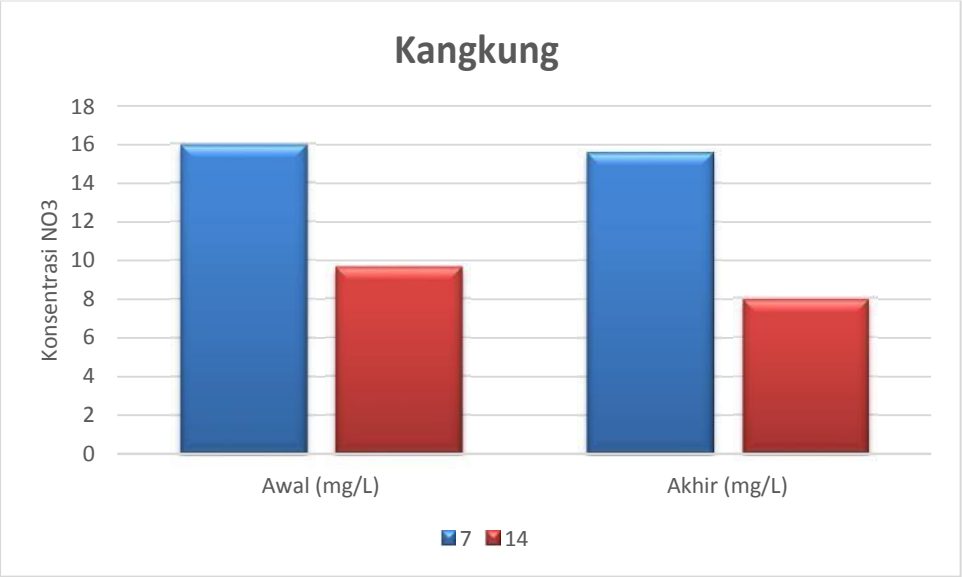
Grafik 5.1. Konsentrasi NH_3 Pada Tanaman Kankung



Grafik 5.2. Konsentrasi NH_3 Pada Tanaman Kankung



Grafik 5.3. Konsentrasi NO_3 Pada Tanaman Selada

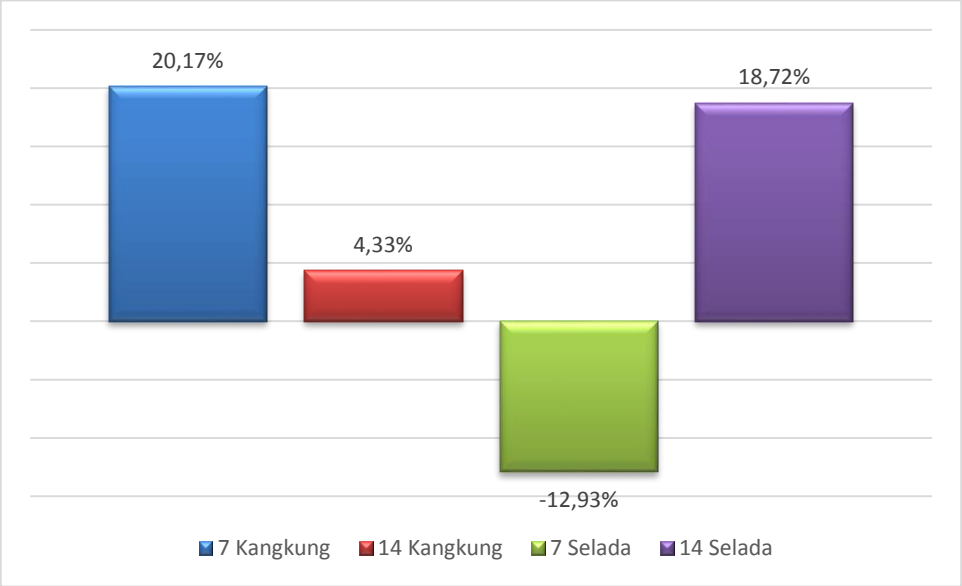


Grafik 5.4. Konsentrasi NO_3 Pada Tanaman Kangkung

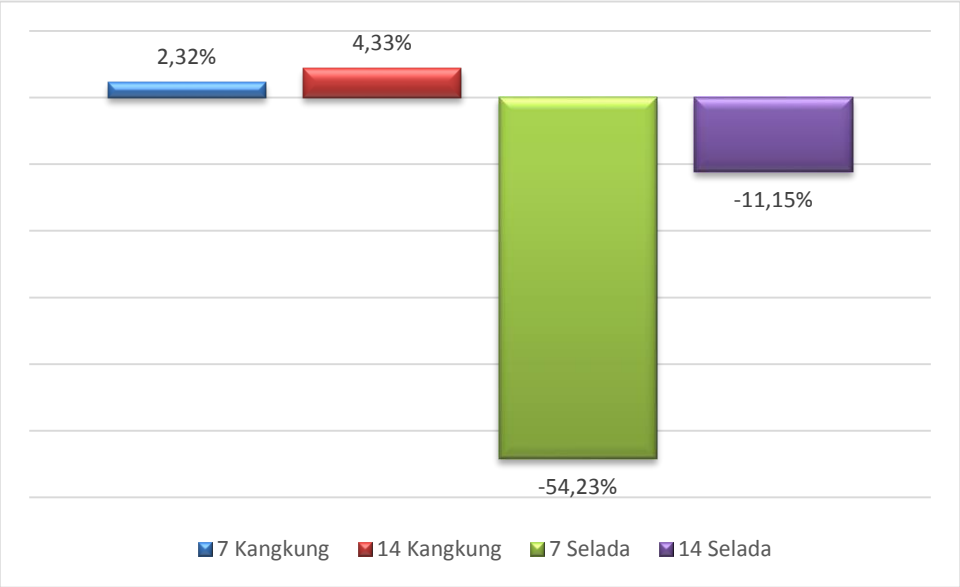
Selanjutnya dapat dilihat persentase penurunan NH_3 dan NO_3 yang ditampilkan pada tabel 5.2. dan grafik 5.5.

Tabel 5.2
Persentase Penuruan NH_3dan NO_3

Tanaman Uji	**Waktu Operasi (Hari ke-)**	**% Penurunan Amoniak**	**% Penurunan Nitrat**
Kangkung	7	20%	2%
	14	4%	17%
Selada	7	-13%	-54%
	14	19%	-11%



Grafik 5.5. Penurunan Konsentrasi NH_3



Grafik 5.6. Penurunan Konsentrasi NO_3

Dari grafik 5.1 dapat dilihat penurunan Amoniak pada tanaman Kangkung selama waktu pengamatan 7 dan 14 hari. Konsentrasi akhir Amoniak dengan tanaman Kangkung mengalami peningkatan 5,56 mg/L menjadi 1,479 mg/L. Dari grafik 5.2. dapat dihat juga konsentrasi akhir Amoniak dengan tanaman Selada

mengalami kenaikan 9,26 mg/L menjadi 33 mg/L. Dari grafik 5.5. dapat dilihat persentase penyisihan konsentrasi Amoniak terendah terjadi pada tanaman Selada yaitu -12,93%. Sedangkan persentase penyisihan konsentrasi Amoniak tertinggi terjadi pada tanaman Kangkung yaitu 20,17%.

Berdasarkan Grafik 5.3 menunjukan bahwa konsentrasi akhir Nitrat dengan tanaman Kangkung mengalami penurunan 15,57 mg/L menjadi 7,935 mg/L. Dari grafik 5.4 terlihat konsentrasi akhir Nitrat dengan tanaman Selada mengalami kenaikan 5,072 mg/L menjadi 10,12 mg/L. Dari grafik 5.6. dapat diketahui persentase penyisihan konsentrasi Nitrat terendah terjadi pada tanaman Selada yaitu -54%. Sedangkan persentase penyisihan konsentrasi Nitrat tertinggi terjadi pada tanaman Kangkung pada hari ke 14 yaitu 4%.

5.2 Pembahasan

5.2.1 Penurunan Amoniak

Penurunan persentase penyisihan dikarenakan adanya adanya oksigen terlarut dalam media pertumbuhan tanaman. Semakin tinggi konsentrasi oksigen maka konsentrasi amonia dapat berangsur turun lebih cepat (Komarawidjaja, 2006). Penurunan amonia secara aerob dikenal dengan proses nitrifikasi atau proses oksidasi amonia menjadi amonium, nitrit dan nitrat dengan bantuan bakteri *Nitrobacter*. Penurunan nilai persentase penyisihan pada luas permukaan 1500 cm^2 dapat disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik yang menyebabkan penurunan jumlah oksigen terlarut dalam air dan naiknya konsentrasi Amoniak. Menurut Pratiwi (2010) dekomposisi bahan organis (secara aerobic) oleh mikroorganisme di air merupakan salah satu hal yang dapat menurunkan kelarutan oksigen. Menurut Wibowo dkk (2006) hancurnya bahan organik menjadi CO_2 dan Amoniak oleh aktivitas bakteri yang terjadi pada tahap awal akan mengakibatkan penurunan nilai oksigen terlarut. Penurunan Amonia secara aerob dikenal dengan proses nitrifikasi atau proses oksidasi Amonia menjadi Amonium, Nitrit dan Nitrat dengan bantuan bakteri

Nitrobacter. Nitrifikasi dapat berjalan dengan baik pada oksigen terlarut > 1 mg/L karena pada kisaran tersebut bakteri nitrifikasi dapat tumbuh dengan baik (Elfida dkk, 2015). Bakteri Nitrifikasi membutuhkan oksigen yang besar untuk mengoksidasi Amonia (Maulida dkk ,2015). Semakin tinggi konsentrasi oksigen maka konsentrasi Amonia dapat berangsur turun lebih cepat (Komarawidjaja, 2006). Kepadatan tanaman yang lebih banyak akan meningkatkan kontak air limbah dengan tanaman dan proses penyerapan Amoniak dapat berjalan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Zaman dan Sutrisno (2006) bahwa pada pengolahan fitoremediasi didapatkan semakin lama kontak tumbuhan dengan air limbah maka semakin rendah nilai konsentrasi Ammonia. Penelitian Sarasdewi dkk (2014) menunjukkan bahwa semakin lambat laju aliran maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin meningkat sehingga proses filtrasi dan adsorbsi dapat berjalan dengan sempurna dan nilai efektifitas penurunan NH_3 pada air limbah domestik akan semakin tinggi. Selain itu Setijaningsih (2009) menyatakan bahwa Kangkung mampu mereduksi Ammonia melalui penyerapan oleh akar tanaman. Mikroorganisme yang tumbuh pada akar berkembang dari tanaman Kangkung dapat berkontribusi untuk menyerap Nitrogen (Li dkk, 2016).

Hasil penelitian dengan tanaman Selada menunjukkan terjadi kenaikan nilai persentase penyisihan Amoniak. Hal ini dipengaruhi oleh semakin bertumbuhnya tanaman Selada kebutuhan akan nutrisi semakin banyak. Hal ini sejalan dengan penelitian Wahyuningsih dkk (2015) bahwa pertumbuhan yang ditunjukan Selada menunjukkan tingginya penyerapan nutrisi, semakin tinggi tanaman menunjukkan tingkat penyerapan yang tinggi sehingga menurunkan konsentrasi nutrisi. Selada menyerap Nitrogen dalam bentuk NH^{4+} maka konsentrasi TAN (Total Ammonia Nitrogen) akan menjadi rendah sehingga konsentrasi Ammonia NH_3 di air juga mengalami penurunan (Putra dkk, 2011). Konsentrasi Amoniak akan disaring oleh akar tanaman Selada. Baruah dkk (2006) menyatakan bahwa zona akar adalah tempat terbaik untuk komonitas bakteri yang melakukan proses nitrifikasi sehingga membuat N dapat diserap. Konsentrasi Ammonia pada bak dengan pengolahan lebih rendah dibandingkan dengan bak kontrol karena tidak terdapat Selada dan bakteri pada bak kontrol yang dapat

membantu proses nitrifikasi (Effendi dkk, 2015). Akar tanaman yang dapat menurunkan kecepatan aliran limbah akan memudahkan proses sedimentasi. Menurut Ibrahim (2007) organisme nitrifikasi cenderung menempel pada sedimen atau permukaan zat padat. Penelitian Wahyuni (2014) didapatkan kontak antara mikroorganisme dengan lumpur aktif dari IPAL Suwung dapat mempercepat proses degradasi dan proses nitrifikasi sehingga menurunkan kadar Amonia air limbah. Penelitian Bawle dan Paweska (2017) menunjukkan nilai persentase penyisihan Nitrogen total yang tinggi pada air limbah domestik menggunakan kombinasi pengolahan hidroponik dengan lumpur aktif.

Berdasarkan Grafik 4.3 dan 4.4, hasil penelitian menggunakan tanaman Kangkung dan Selada menunjukan bahwa tanaman Kangkung memiliki nilai persentase penyisihan Amoniak tertinggi. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pertumbuhan tanaman Kangkung yang lebih tinggi dari tanaman Selada menyebabkan kebutuhan penyerapan Nitrogen semakin tinggi. Vegetasi air membutuhkan nutrisi seperti total Nitrogen (TN), Ammonia Nitrogen (NH_4^+-N), total Phosphorus (TP) dan orthophosphate (PO43-P) untuk pertumbuhan dan reproduksi, dan mengambil nutrisi terutama melalui akar dan batangnya (Chao, dkk 2014). Menurut Li (2016) tanaman Kangkung dapat mengakumulasi nutrisi pada daun, batang dan jaringan lainnya.

5.2.2 Penurunan Nitrat

Penyisihan Nitrat pada tanaman Kangkung dan tanaman Selada lebih rendah dari penyisihan Amoniak. Hal ini terjadi karena tanaman dapat mereduksi Amonium lebih cepat dibandingkan Nitrat (Efendi ddkk, 2015). Nilai persentase penyisihan Nitrat pada tanaman Kangkung mengalami kenaikan secara signifikan pada hari ke-7 dan hari ke-14. Sedangkan pada tanaman Selada didapatkan nilai negatif dikarenakan pada minggu pertama tanaman Selada terkena hama yang menyebabkan matinya daun yang tua yang kembali mencemari air limbah. Adamowicz dkk (1999) melaporkan daun muda menunjukkan konsentrasi nitrat lebih rendah dari daun yang lebih tua.

Tanaman Kangkung menunjukkan kenaikan nilai persentase penyisihan

nitrat. Kenaikan nilai persentase penyisihan ini dikarenakan luas permukaan yang kecil yang menyebabkan oksigen terlarut yang menjadi kecil sehingga pada saat tertentu atau malam hari akan terjadi proses anaerob. Bakteri denitrifikasi yang hidup dalam kondisi anaerobik akan mengubah Nitrat kembali ke Nitrogen atmosfir (Somerville, 2014). Hal ini sejalan dengan penelitian Hadiwidodo dkk (2012) dimana effluen Nitrat yang dihasilkan reaktor anaerob lebih besar efisiensinya bila dibandingkan dengan reaktor anaerob. Selain itu Kangkung dapat memanfaatkan Nitrat untuk pertumbuhan. Hasil penelitian Saptarini (2010) menunjukkan rendahnya kadar Nitrat di kolam aquaponik sebagai akibat penyerapan Nitrat oleh Kangkung yang terlihat dari cepatnya pertumbuhan Kangkung. Menurut Effendi dkk (2015) tanaman dapat mereduksi Amonium lebih cepat dibandingkan Nitrat. Namun Nitrat yang dihasilkan tidak dimanfaatkan seluruhnya oleh tanaman sehingga terjadi akumulasi di air. Nitrat dapat terakumulasi lagi di air dan sering menyumbang sebagian besar nilai Nitrogen Total (Faulwetter dkk, 2011). Nitrogen bisa diserap tumbuhan dan dapat dilepas kembali setelah proses dekomposisi (Kamarudzaman dkk, 2011).

Pada tanaman Selada menunjukkan kenaikan nilai persentase penyisihan Nitrat. Nitrat adalah bentuk nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrien bagi pertumbuhan tanaman (Effendi, 2003). Rendahnya nilai persentase penyisihan Nitrat pada hari ke-7 dikarenakan terdapatnya helai daun tua yang berubah warna menjadi coklat kemudian layu karena terkena penyakit busuk lunak sehingga terjadi dekomposisi yang menyebabkan naiknya konsentrasi Nitrat. Nitrat adalah salah satu bentuk kimia dari Nitrogen, dalam tanah dan air Nitrogen berasal dari endapan atmosfir, penggunaan pupuk dan pupuk kandang, material limbah, tanaman mati dan jaringan binatang (Chern dkk, 1999). Nitrogen organik ditemukan dalam protein, asam amino, organisme hidup atau mati dan bahan tanaman yang membusuk (Wall, 2013). Daun yang terkena penyakit setelah dibersihkan menunjukan nilai efisiensi penyerapan Nitrat mengalami kenaikan pada hari ke-14. Nitrat merupakan senyawa terpenting karena senyawa ini lebih mudah diserap oleh tanaman air dan dapat digunakan sebagai proses fotosintesis (Dewi, 2012). Pertumbuhan tanaman akan optimal jika Nitrogen yang tersedia

dalam bentuk Nitrat (Coruzzi dan Bush, 2001). Penelitian Simanjuntak (2000) menunjukan penyerapan Nitrat yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman selada yang dibudidayakan secara Hidroponik.

Dari hasil penelitian menggunakan tanaman Kangkung dan Selada menunjukan bahwa tanaman Kangkung memiliki nilai persentase penyisihan Nitrat tertinggi. Hal ini dapat terjadi dikarenakan tanaman Kangkung memiliki akar yang lebih panjang dari tanaman Selada sehingga jangakauan penyerapan Nitrat lebih luas. Menurut Fang dkk (2007) akar memiliki peran penting dalam penyerapan nutrisi untuk tanaman. Hasil penelitian Jampeetong dkk (2012) menunjukan bahwa Kangkung adalah kandidat yang baik digunakan dalam sistem *wetland* untuk menghilangkan Nitrogen dari air limbah domestik atau pertanian karena tingkat pertumbuhan yang tinggi, kapasitas serapan Nitrogen yang tinggi dan dapat mengembangkan sistem akar yang dalam dan padat.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan reaktor fitoremediasi hidroponik dapat mengoptimalkan kinerja IPAL dalam menurunkan Amoniak dan Nitrat. Penambahan reaktor fitoremediasi hidroponik dapat meningkatkan persentase penyisihan Amoniak sebesar 20,17 % menggunakan tanaman Kangkung pada hari ke-7 dan 18,72 % menggunakan tanaman Selada pada hari ke-14. Sedangkan persentase penyisihan Nitrat sebesar 17,44 % menggunakan tanaman Kangkung pada hari ke-7. Sedangkan pada tanaman Selada terjadi kenaikan dengan persentase sebesar 11,15 % pada hari ke-14.

6.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengubah variasi jenis tanaman yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan reaktor fitoremediasi hidroponik dalam menurunkan konsentrasi pencemar.
2. Perlunya penambahan parameter pendukung dalam proses fitoremediasi seperti suhu, pH dan DO untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penurunan parameter Amoniak dan Nitrat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adamowicz, Stephene, *et al*. 1999. Nitrate Accumulation in Plants: a Role for Water. Journal of Experimental Botany, Volume 50, No.334 : 613-624.
2. Ahmad, Rike L.D. 2013. Pengaruh Luas Penutupan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Terhadap Kulitas Kimia dan Fisik pada Berbagai Konsentrasi Limbah Cair Tahu. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Malang.
3. Baruah, K, et al. 2006. Seaweeds: an Ideal Component for Wastewater Treatment for Use in Aquaculture. Aquaculture Europe. 3, 1-4.
4. Bawlec, Aleksandra and Katarzyna Paweska. 2017. Activated Sludge Technology Combined with Hydroponic Lagoon as a Technology Suitable for Treatment of Wastewater Delivered by Slurry Tanks. Journal of Ecological Engineering. Volume 18, Issues 2 : 29-37.
5. BLH Kota Malang, B. L. (2012). *Status Lingkungan Hidup kOTA Malang.* Malang,Jawa Timur, Indonesia: Pemerintah Kota Malang.
6. Chao, Wang, et al. 2014. Effect of vegetation on the removal of contaminants in aquatic environments: a review. Science Direct Journal of Hydrodynamics. 26 (4) : 497-511.
7. Chern, Laura, et al. 1999. Nitrate in Groundwater – A Continuing Issue for Wisconsin Citizens. The Nutrient Management Subcommitte of the Nonpoint Source Pollution Abetement Program Redesign. Winconsin Departement of Natural Resources.
8. Coruzzi, Gloria and Daniel R. Bush. 2001. Nitrogen and Carbon Nutrient and Metabolite Signaling in Plant. Plant Physiology, American Society of Plant Physiologist. Vol.125, pp.61-64.
9. Dauhan, Riska Emilia Sartika, dkk. 2014. Efektifitas Sistem Aquaponik dalam Mereduksi Konsentrasi Amonia pada Sistem Bududaya Ikan. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. Volume III No.1 2302-3600.
10. Dewi, Kunti Sri Panca. 2009. Kemampuan Adsorpsi Batu Pasir yang Dilapisi Besi Oksida (Fe_2O^3) untuk Menurunkan Kadar Pb dalam Larutan. Jurnal Bumi Lestari, Vol.9 No.2, Hal. 254-262.
11. Elfida, Rebo K, dkk. 2015. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (Clarias sp.) dengan Kangkung (Ipomoea aquatica) dan Pakcoy (Brassica rapa chinensis) dalam Sistem Resirkulasi. Ecolab. Bogor. Vol 9 No.2 : 47-104.
12. Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
13. Effendi, Hefni, et al. 2015. Wastewater Treatment of Freshwater Crayfish (Cherax quadrinatus) Cultura With Lettuce (Lactusca sativa). International Journal of Applied Environmental Sciences. Vol. 10, No. 1, pp. 409-420. 0973-6077.
14. Evy Syariefa, dkk.2014. Hidroponik Praktis. Jakarta: Trubus Swadaya.
15. Fang, Yun Ying, et al. 2007. Ammonium and Nitrate Uptake by Floating Plant Landoltia punctata. Oxford Annals of Botany Journals. 99:365-370.

16. Faulwetter, J L, et al. Floating Treatment wetlands for Domestic Wastewater Treatment. Water Science Technology. Vol 64 (10) : 20 89-95.
17. Hadiwidodo, Mochtar, dkk. 2012. Pengolahan Air Lindi dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob dan Wetland. Jurnal Prespitasi. Vol 9, No.2. 1907-187X.
18. Hendriarianti, Evy dan Nieke Karnaningroem. 2015. Hasil Evaluasi Kinerja IPAL Komunal USRI disepanjang DAS Brantas Kota Malang. Hibah Bersaing Dikti 2015.
19. Ibrahim, B. 2007. Studi Penyisihan Nitrogen Air Limbah Argoindustri hasil perikanan secara biologis dengan model dinamik activated sludge model (ASM) 1. Disertasi. Bogor: Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
20. Irawanto, Rony. 2010. Fitoremediasi Lingkungan dalam Taman Bali. Jurnal Ilmiah Online, Purwodadi. Vol II, (4). Hal 29-35.
21. Istiqomah, Siti. 2007. Menanam Hidroponik. Jakarta: Azka Mulia Media.
22. Jampeetong, Arunothai, et al. 2012. Effect of inorganic nitrogen forms on growth, morphology, nitrogen uptake capacity and nutrient allocation of four tropical aquatic macrophytes (Salvinia cucullata, Ipomoea aquatica, Cyperus involucratus and Vetiveria zizanioides). Aquatic Botany. 97, 10-16.
23. Kamarudzaman, Ain Nihla, dkk. 2011. Removal of Nutrients from Landfill Leachate using Subsurface Flow Constructed Wetland Planted With Limnocharis flava and Scirpus atrovirens. International Conference an Environmental and Computer Science. Vol 19.
24. Khademi, M. N. (2009). Biological Treatment of Antibiotic Plant Effluent in an UASFF Bioreactor. *World Application Sciences Journal 5* , 1-8.
25. Kodoatie, Robert dan Roestam Sjarief. 2008. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta: Andi Offset.
26. Komarawidjaja, Wage. 2006. Pengaruh Perbedaan Dosis Oksigen Terlarut (DO) pada Degradasi Amonium Kolam Kajian Budidaya Udang. Penelitian Ekotoksikologi Perairan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta. Volume 1 (1) : 32-37, 1704-1043.
27. Li, Wei, et al. 2016. Effect of Water Spinach Ipomoea aquatica Cultivation on Water Quality and Performance of Chinese Soft-Shelled Turtle Pelodiscus Sinensis Pond Culture. Aquaculture Environment Interaction. Vol.8 : 567-574.
28. *Lingga, Pinus*. 2008. *Hidroponik* bercocok tanam tanpa tanah. Jakarta: Penebar Swadaya.
29. Manik, D.M. 2010. Studi tentang Kenaikan Amoniak (NH3) dan Sulfat (SO4-2) pada Air Limpasan Pengerukan Pasir Laut serta Pengaruhnya terhadap Kelimpahan Populasi Plankton dan Bentos. Skripsi. Departemen Kimia Universitas Sumatera Utara.
30. Maulida, Dwi Tasha, dkk. 2015. Pengaruh Dekomposisi Bahan Organik Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) terhadap Nitrat (NO3) dan Total Bakteri pada Skala Laboratorium. Jurnal Menejemen Sumberdaya Perairan. Volume 4, No 3: 11-19.
31. Nur'arif, Muhamad. 2008. Pengelolaan Air Limbah Domestik (Studi Kasus di Kota Praya Kabupaten Lombok Tengah). Thesis. Fakultas Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.
32. Pratiwi, Mumpuni Cyntia. 2010. Pemanfaatan Kangkung Air (Ipomoea aquatica) dan

Lumpur Aktif Pabrik Tekstil dalam Pengolahan Limbah cair Tahu. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB Bogor.
33. Putra, Iskandar, dkk. 2011. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (Oreochromis niloticus) dalam Sistem Resirkulasi. Jurnal Perikanan dan Kelautan. Vol 16 (1) : 56-63.
34. Saptarini, Peni. 2010. Efektivitas Teknologi Akuaponik dengan Kangkung Darat (Ipomoes reptans) Terhadap Penurunan Amonia pada Pembesaran Ikan Mas. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
35. Sarasdewi, Ayu Putu, dkk. 2014. Pengaruh Aliran Terhadap Penurunan Cemaran Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Biofilter. Skripsi. Jurusan Teknologi Insdustri Pertanian. Universitas Udayana.
36. Setijaningsih, L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik Pada Pemeliharaan Ikan Mas (Cyprinus carpio). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor.
37. Siahaan, Roy Fernandes. 2016. Pengaruh Kepadatan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatica) Terhadap Kualitas Air dan Kelulushidupan pada Budidaya Ikan Patin (Pangasius Hypophtalmus) dengan Sistem Akuaponik. Thesis. Fakultas Teknik Pengairan. Universitas Brawijaya.
38. Simanjuntak, B Hasiholan. 2000. Pengaruh Perbandingan Nitrat dan Amonium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (Lactusa sativa L) yang dibudidayakan secara Hidroponik. Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Hartikultural Memasuki Indonesia Baru. FP-UKSW Salatiga. 9458-889.
39. Siregar, Sakti A. 2005. Instalasi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta: Kanisius.
40. Smith A., A. M. (2006). Understanding the impact of culturall and religion to water use.*Water and Environment Journal 20* , 203-209.
41. Soleh, Ahmad. 2017. Optimalisasi Kinerja Pengolahan Limbah Domestik Pada IPAL Tlogomas. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. ITN Malang.
42. Somerville, Christopher. 2014. Small-scale Aquaponic Food Production. Food and Argicultur Organization Aquaculture Technical Paper. No. 589, 2070-7010.
43. Sugiharto. 2008. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
44. Sugiharto, Toto. 2009. Bahan Kuliah Statistik 2: Analisis Varians. Universitas Gunadarma, Jakarta.
45. Suswati, dkk. 2013. Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Tanaman Air (Constructed Wetlands). Indonesian Green Technology Journal, Malang. Vol II, No 2.
46. Wahyuni, Ni Made Indra. 2014. Evektifitas Sistem Biofilter Aerob dalam Menurunkan Kadar Amonia pada Air Limbah. Thesis. Pasca Sarjana Universitas Udayana.
47. Wahyuningsih, Sri, dkk. 2015. Nitrogen Removal of Aquaculture Wastewater in Aquaponic Recirculation System. International Journal of the Bioflux Society. Bogor. Volume 8, Issue 4.
48. Wall, Dave. 2013. Nitrogen in Waters: Form and Concerns. Minnesota Pollution Control Agency. Page A2-5.

49. Wibowo, M Eko Rumayanto, dkk.2006. Pengolahan Limbah Domestik dengan Aerasi dan Penambahan Bakteri Pseudomonas putida. Bioteknologi. Surakarta. Vol 3 (2) : 42-49, 0216-6887.
50. Wirawan, Wiweka Arif, dkk. 2014. Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) dengan Teknik Tanam Hidroponik DFT (Deep Flow Technique). Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
51. Zaman, Badrus dan Endro Sutrisno. 2006. Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok terhadap Amoiak dalam Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Umur dan Lama Kontak (Studi Kasus: RS Panti Wilasa, Semarang). Jurnal Presipitasi. Vol.1 No.1, 1907-187X.

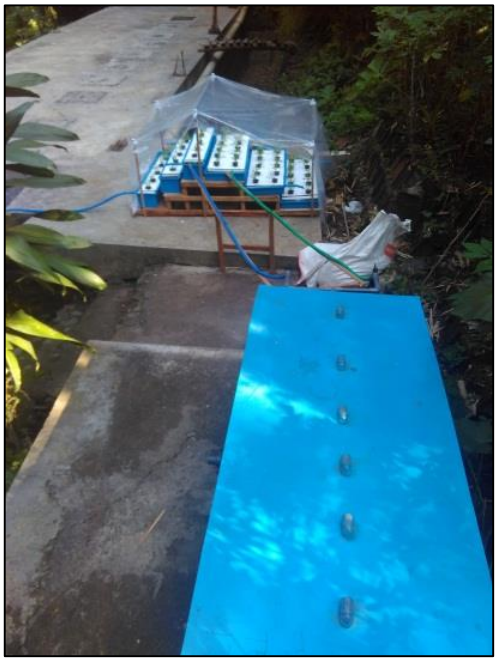
L A M P I R A N

(a)

(b)

Gambar 1. Lokasi Penelitian

(a) RT. 05 RW.05 Kel. Tlogomas Kec. Lowokwaru Kota Malang
(b) IPAL Tlogomas RT.05 RW.05



Gambar 3. Peralatan Penelitian

Gambar 4. Sampel Awal IPAL

Gambar 5. Tanaman Kangkung pada Hari ke-0

Gambar 6. Tanaman Selada pada Hari ke-0

Gambar 7. Tanaman Kangkung pada Hari ke-7

Gambar 8. Tanaman Selada pada Hari ke-7

Gambar 9. Tanaman Kangkung pada Hari ke-14

Gambar 10. Tanaman Selada pada Hari ke-14

SURAT PERJANJIAN PENUGASAN
DALAM RANGKA PELAKSANAAN PENELITIAN
TAHUN AKADEMIK 2016/2017
Nomor: ITN.02.033.050/I.LPPM/2017

Pada hari ini, Rabu tanggal 08 Februari 2017, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. **Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D**
   Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Nasional Malang, untuk selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**.

2. **Evy Hendriarianti, Dr. ST., M.MT**
   Tenaga Fungsional Akademik Institut Teknologi Nasional Malang, selaku Ketua Pelaksana Penelitian, untuk selanjutnya disebut sebagai **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Penelitian Periode Tahun Akademik 2016/2017 dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

PASAL 1
PENUGASAN DAN TANGGUNGJAWAB

(1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas pada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk bertindak sebagai Ketua/Penanggung Jawab Program Penelitian yang berjudul: **Penurunan Nutrien Amoniak Dan Nitrat Efluen IPAL Komunal Janti Dengan Fitoremediasi**.

(2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas kegiatan seperti dimaksud pada pasal 1 ayat (1) serta berkewajiban membuat laporan penelitian dan laporan keuangan lengkap dengan bukti-bukti pengeluaran.

(3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menindaklanjuti serta mengupayakan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk memperoleh paten atau publikasi ilmiah dalam jurnal nasional/internasional atau teknologi tepat guna atau rekayasa sosial dan atau buku ajar sebagaimana yang telah dijanjikan oleh pengusul dalam proposal.

ISO 9001:2008 Certificate No. GU160232

PASAL 2
PENDANAAN DAN PEMBAYARAN

(1) Pelaksanaan penugasan Penelitian **Periode Tahun Akademik 2016/2017** sebagaimana dimaksud pada pasal 1 ayat (1), dengan biaya dibebankan pada Anggaran Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITN Malang Tahun Akademik 2016/2017.

(2) **PIHAK PERTAMA** memberikan bantuan dana untuk kegiatan penelitian sebagaimana disebutkan pada pasal 1, sebesar Rp. 10.000.000,00 (*Sepuluh Juta Rupiah*), yang dibebankan pada Anggaran Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITN Malang Tahun Akademik 2016/2017.

(3) Dana penugasan penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap melalui Biro Keuangan ITN Malang dengan ketentuan sebagai berikut:

a) Pembayaran tahap pertama bulan Maret 2017 sebesar 25% yaitu Rp. 2.500.000,00 (*Dua Juta Lima Ratus Ribu Rupiah*), dibayarkan setelah surat perjanjian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak. Dan **PIHAK KEDUA** telah memenuhi persyaratan dari reviewer proposal penelitian.

b) Pembayaran tahap kedua bulan April 2017 sebesar 25% yaitu Rp. 2.500.000,00 (*Dua Juta Lima Ratus Ribu Rupiah*).

c) Pembayaran tahap ketiga bulan Mei 2017 sebesar 20% yaitu Rp. 2.000.000,00 (*Dua Juta Rupiah*).

d) Pembayaran tahap keempat sebesar 30% yaitu Rp. 3.000.000,00 (*Tiga Juta Rupiah*), dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan Laporan Hasil Kegiatan Penelitian lengkap dengan laporan penggunaan anggaran beserta bukti-bukti lainnya kepada **PIHAK PERTAMA**.

e) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab mutlak dalam penggunaan anggaran sebagaimana disebutkan pada pasal 2 ayat (1) sesuai dengan rencana anggaran biaya pada proposal dan rincian biaya yang telah diseleksi serta mempertanggungjawabkan seluruh pembelanjaan dana tersebut kepada **PIHAK PERTAMA**.

f) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengembalikan sisa dana yang tidak dibelanjakan dan wajib dikembalikan ke kas ITN Malang.

g) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggungjawab atas tidak terbayar/dicairkan dana 30% tahap kedua sebagaimana dimaksud pasal 2 ayat (2) butir (b) yang disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan **PIHAK KEDUA**.

PASAL 3
PERUBAHAN PELAKSANAAN PENELITIAN

(1) Apabila **PIHAK KEDUA**, karena sesuatu hal bermaksud mengubah pelaksana/lokasi/jadwal penelitian yang telah disepakati, **PIHAK KEDUA** harus mengajukan permohonan perubahan tersebut kepada **PIHAK PERTAMA**.

(2) Perubahan pelaksanaan penelitian hanya dibenarkan bila telah mendapat persetujuan lebih dahulu dari **PIHAK PERTAMA**.

PASAL 4
BATAS AKHIR DAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN

(1) Kegiatan Program Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Periode Tahun Akademik 2016/2017 di lingkungan ITN Malang, berakhir sampai dengan bulan November 2017 dan pelaporan pada bulan Desember 2017.

(2) **PIHAK KEDUA** wajib menyelesaikan seluruh kegiatan dan menyerahkan laporan hasil penelitian sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 1 ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**, tidak lebih dari batas waktu yang telah ditetapkan yaitu sebagaimana yang disebutkan dalam pasal 4 ayat (1), dan apabila melewati batas waktu tersebut, maka pencairan dana 30% tahap kedua dianggap **GUGUR** dan **PIHAK KEDUA** diwajibkan mengembalikan dana yang telah diterima ke kas ITN Malang.

(3) Kelalaian atas kewajiban **PIHAK KEDUA** dalam hal ini tidak menyerahkan laporan hasil kegiatan penelitian kepada **PIHAK PERTAMA**, mengakibatkan gugurnya hak untuk memperoleh dana bantuan penelitian atau pengabdian kepada masyarakat periode tahun berikutnya.

(4) **PIHAK KEDUA** harus melakukan diseminasi penelitian.

(5) Hasil Penelitian berupa:

a. Laporan akhir, disusun sesuai dengan format pada Buku Panduan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2016.

b. Bukti Diseminasi sesuai kategori luaran penelitian (minimal Jurnal ber-ISSN).

c. Membuat tambahan luaran penelitian berupa Poster (file JPEG) dengan format kertas A4, prototype, TTG.

d. Laporan Keuangan beserta bukti-bukti pengeluaran disimpan dalam bentuk softcopy.

(6) Laporan Akhir diserahkan dalam bentuk softcopy dan diunggah di e-litabmas ITN (point 5a - 5c).

(7) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud dalam pasal 1, maka diwajibkan mengembalikan semua dana yang telah diterima ke kas ITN Malang.

PASAL 5
PLAGIAT

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul penelitian sebagaimana dimaksud dalam pasal 1, dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan kegiatan penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka surat perjanjian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan semua dana yang telah diterima, ke kas ITN Malang.

PASAL 6
PENYELESAIAN PERSELISIHAN

(1) Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah.

(2) Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini akan ditentukan oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

PASAL 7
PENUTUP

Surat Perjanjian Penugasan Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) bermeterai yang mempunyai kekuatan hukum sama sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya meterai dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA	**PIHAK KEDUA**
Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D	**Evy Hendriarianti, Dr. ST., M.MT**
NIP. P. 1030100359	NIP. P. 1030300382

Mengetahui,
Rektor ITN Malang

Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT
NIP. Y. 1018700153

SURAT PERJANJIAN PENUGASAN
DALAM RANGKA PELAKSANAAN PENELITIAN
TAHUN AKADEMIK 2016/2017
Nomor: ITN.02.033.050/I.LPPM/2017

Pada hari ini, Rabu tanggal 08 Februari 2017, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. **Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D**
   Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Nasional Malang, untuk selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**.

2. **Evy Hendriarianti, Dr. ST., M.MT**
   Tenaga Fungsional Akademik Institut Teknologi Nasional Malang, selaku Ketua Pelaksana Penelitian, untuk selanjutnya disebut sebagai **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Penelitian Periode Tahun Akademik 2016/2017 dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

PASAL 1
PENUGASAN DAN TANGGUNGJAWAB

(1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas pada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk bertindak sebagai Ketua/Penanggung Jawab Program Penelitian yang berjudul: **Penurunan Nutrien Amoniak Dan Nitrat Efluen IPAL Komunal Janti Dengan Fitoremediasi**.

(2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas kegiatan seperti dimaksud pada pasal 1 ayat (1) serta berkewajiban membuat laporan penelitian dan laporan keuangan lengkap dengan bukti-bukti pengeluaran.

(3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menindaklanjuti serta mengupayakan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk memperoleh paten atau publikasi ilmiah dalam jurnal nasional/internasional atau teknologi tepat guna atau rekayasa sosial dan atau buku ajar sebagaimana yang telah dijanjikan oleh pengusul dalam proposal.

ISO 9001:2008 Certificate No. GU160232

PASAL 2
PENDANAAN DAN PEMBAYARAN

(1) Pelaksanaan penugasan Penelitian **Periode Tahun Akademik 2016/2017** sebagaimana dimaksud pada pasal 1 ayat (1), dengan biaya dibebankan pada Anggaran Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITN Malang Tahun Akademik 2016/2017.

(2) **PIHAK PERTAMA** memberikan bantuan dana untuk kegiatan penelitian sebagaimana disebutkan pada pasal 1, sebesar Rp. 10.000.000,00 (*Sepuluh Juta Rupiah*), yang dibebankan pada Anggaran Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITN Malang Tahun Akademik 2016/2017.

(3) Dana penugasan penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap melalui Biro Keuangan ITN Malang dengan ketentuan sebagai berikut:

a) Pembayaran tahap pertama bulan Maret 2017 sebesar 25% yaitu Rp. 2.500.000,00 (*Dua Juta Lima Ratus Ribu Rupiah*), dibayarkan setelah surat perjanjian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak. Dan **PIHAK KEDUA** telah memenuhi persyaratan dari reviewer proposal penelitian.

b) Pembayaran tahap kedua bulan April 2017 sebesar 25% yaitu Rp. 2.500.000,00 (*Dua Juta Lima Ratus Ribu Rupiah*).

c) Pembayaran tahap ketiga bulan Mei 2017 sebesar 20% yaitu Rp. 2.000.000,00 (*Dua Juta Rupiah*).

d) Pembayaran tahap keempat sebesar 30% yaitu Rp. 3.000.000,00 (*Tiga Juta Rupiah*), dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan Laporan Hasil Kegiatan Penelitian lengkap dengan laporan penggunaan anggaran beserta bukti-bukti lainnya kepada **PIHAK PERTAMA**.

e) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab mutlak dalam penggunaan anggaran sebagaimana disebutkan pada pasal 2 ayat (1) sesuai dengan rencana anggaran biaya pada proposal dan rincian biaya yang telah diseleksi serta mempertanggungjawabkan seluruh pembelanjaan dana tersebut kepada **PIHAK PERTAMA**.

f) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengembalikan sisa dana yang tidak dibelanjakan dan wajib dikembalikan ke kas ITN Malang.

g) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggungjawab atas tidak terbayar/dicairkan dana 30% tahap kedua sebagaimana dimaksud pasal 2 ayat (2) butir (b) yang disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan **PIHAK KEDUA**.

PASAL 3
PERUBAHAN PELAKSANAAN PENELITIAN

(1) Apabila **PIHAK KEDUA**, karena sesuatu hal bermaksud mengubah pelaksana/lokasi/jadwal penelitian yang telah disepakati, **PIHAK KEDUA** harus mengajukan permohonan perubahan tersebut kepada **PIHAK PERTAMA**.

(2) Perubahan pelaksanaan penelitian hanya dibenarkan bila telah mendapat persetujuan lebih dahulu dari **PIHAK PERTAMA**.

PASAL 4
BATAS AKHIR DAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN

(1) Kegiatan Program Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Periode Tahun Akademik 2016/2017 di lingkungan ITN Malang, berakhir sampai dengan bulan November 2017 dan pelaporan pada bulan Desember 2017.

(2) **PIHAK KEDUA** wajib menyelesaikan seluruh kegiatan dan menyerahkan laporan hasil penelitian sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 1 ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**, tidak lebih dari batas waktu yang telah ditetapkan yaitu sebagaimana yang disebutkan dalam pasal 4 ayat (1), dan apabila melewati batas waktu tersebut, maka pencairan dana 30% tahap kedua dianggap **GUGUR** dan **PIHAK KEDUA** diwajibkan mengembalikan dana yang telah diterima ke kas ITN Malang.

(3) Kelalaian atas kewajiban **PIHAK KEDUA** dalam hal ini tidak menyerahkan laporan hasil kegiatan penelitian kepada **PIHAK PERTAMA**, mengakibatkan gugurnya hak untuk memperoleh dana bantuan penelitian atau pengabdian kepada masyarakat periode tahun berikutnya.

(4) **PIHAK KEDUA** harus melakukan diseminasi penelitian.

(5) Hasil Penelitian berupa:

a. Laporan akhir, disusun sesuai dengan format pada Buku Panduan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2016.

b. Bukti Diseminasi sesuai kategori luaran penelitian (minimal Jurnal ber-ISSN).

c. Membuat tambahan luaran penelitian berupa Poster (file JPEG) dengan format kertas A4, prototype, TTG.

d. Laporan Keuangan beserta bukti-bukti pengeluaran disimpan dalam bentuk softcopy.

(6) Laporan Akhir diserahkan dalam bentuk softcopy dan diunggah di e-litabmas ITN (point 5a - 5c).

(7) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud dalam pasal 1, maka diwajibkan mengembalikan semua dana yang telah diterima ke kas ITN Malang.

PASAL 5
PLAGIAT

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul penelitian sebagaimana dimaksud dalam pasal 1, dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan kegiatan penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka surat perjanjian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan semua dana yang telah diterima, ke kas ITN Malang.

PASAL 6
PENYELESAIAN PERSELISIHAN

(1) Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah.

(2) Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini akan ditentukan oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

PASAL 7
PENUTUP

Surat Perjanjian Penugasan Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) bermeterai yang mempunyai kekuatan hukum sama sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya meterai dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.

METERAI TEMPEL AA484AEF286338948 6000 ENAM RIBU RUPIAH

PIHAK PERTAMA	**PIHAK KEDUA**
Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D	**Evy Hendriarianti, Dr. ST., M.MT**
NIP. P. 1030100359	NIP. P. 1030300382

Mengetahui,
Rektor ITN Malang

Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT
NIP. Y. 1018700153

0 70111 7202