

PENURUNAN KADAR AMONIAK PADA LIMBAH CAIR
MENGUNAKAN TANAMAN ECENG GONDOK
(*Eichhornia crassipes*)



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Kimia
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

IRNAWATI 331 17 043
SELSI 331 17 049

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2020

HALAMAN PENGESAHAN

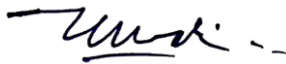
Laporan tugas akhir dengan judul “Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)” oleh Irnawati NIM 331 17 043 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 18 September 2020

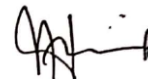
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Zulmanwardi, M.Si.
NIP 19621101199103 1 003



Dra. Abigael Todingbua', M.Si.
NIP 19621011198903 2 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Muhammad Saleh, S.T., M.Si.
NIP 19671008199303 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “ Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)” oleh Selsi NIM 331 17 049 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 18 September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I

Dra. Abigael Todingbua', M.Si.
NIP 19621011198903 2 001

Pembimbing II

Ir. Zulmanwardi, M.Si.
NIP 19621101199103 1 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Muhammad Saleh, S.T., M.Si.
NIP 19671008199303 1 001

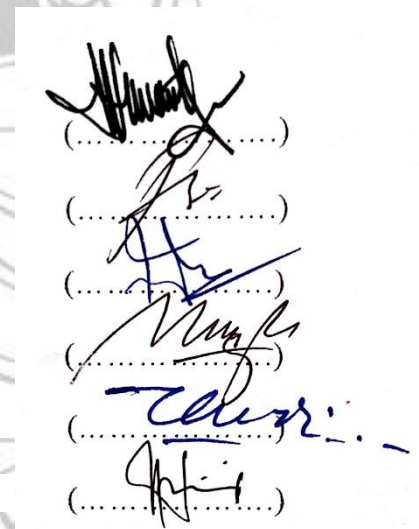
HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Kamis tanggal 22 Oktober 2020, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Irnawati NIM 331 17 043 dengan judul “Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)”

Makassar, 22 Oktober 2020

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir

1. Drs. Herman Banggalino, M.T. Ketua
2. Dr. Fajriyati Mas'ud, S.T.P.,M.Si. Sekretaris
3. Dr. Mahyati, S.T.,M.Si. Anggota
4. Wahyu Budi Utomo, HND.,M.Sc. Anggota
5. Ir. Zulmanwardi, M.Si. Anggota
6. Dra. Abigael Todingbua', M.Si. Anggota



(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

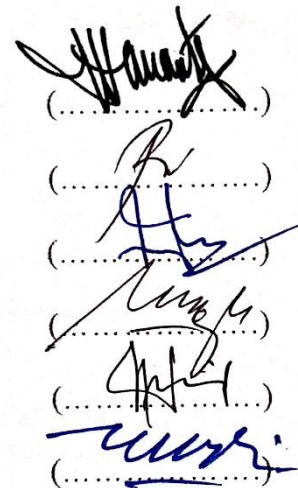
HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Kimia tanggal 22 Oktober 2020, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Selsi NIM 331 17 049 dengan judul “Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)”

Makassar, 22 September 2020

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| 1. Drs. Herman Banggalino, M.T. | Ketua |
| 2. Dr. Fajriyati Mas'ud, S.T.P.,M.Si. | Sekretaris |
| 3. Dr. Mahyati, S.T.,M.Si. | Anggota |
| 4. Wahyu Budi Utomo, HND.,M.Sc. | Anggota |
| 5. Dra. Abigael Todingbua', M.Si. | Anggota |
| 6. Ir. Zulmanwardi, M.Si. | Anggota |



(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)” ini dengan baik. Laporan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program Ahli Madya di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Penulis memahami tanpa bantuan, doa dan bimbingan dari semua orang akan sangat sulit untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas dukungan dan kontribusi kepada;

1. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si.,Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang;
2. Bapak Drs. Herman Bangngalino, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang;
3. Bapak Muhammad Saleh, S.T.,M.Si. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang;
4. Bapak Ir. Zulmanwardi, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing selama penyusunan laporan ini hingga selesai;
5. Ibu Dra. Abigael Todingbua', M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing selama penyusunan laporan ini hingga selesai;
6. Dosen penguji yang senantiasa memberikan masukan dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan laporan ini;

7. Orang tua tercinta yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan baik secara material maupun moril, serta sanak keluarga yang senantiasa memberi semangat serta doa untuk penulis;
8. Rekan-rekan seperjuangan selama kuliah di Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya kelas 3B D3 Teknik kimia
9. Teman-teman seperjuangan saat penelitian yang selalu membantu ketika menghadapi kesulitan dalam menyelesaikan penelitian khususnya Ainun, Christin, Aswad, Findi, Weny, Yuni, Risna, Anjani, Sukma, Desti, Michael, Noel, Iin dan Innah.
10. Serta kepada semua pihak yang terlibat dan tidak dapat disebutkan satu persatu semoga Allah membalas kebaikannya.

Akhir kata, penulis mempunyai harapan besar laporan tugas akhir ini memberikan manfaat kepada semua pembacanya. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Sekian semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa merahmati kita semua aamiin.

Makassar, 18 September 2020

Penulis,

DAFTAR ISI

	hlm.
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SURAT PERNYATAAN	xiii
RINGKASAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	2
1.4 Tujuan Kegiatan	3
1.5 Manfaat Kegiatan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Amoniak.....	4
2.2 Limbah Amoniak.....	7
2.3 Metode Penetapan Kadar Amoniak	8
2.4 Perhitungan Konsentrasi Amoniak	10
2.5 Fitoremediasi	11
2.6 Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>).....	16

2.7 Spektrofotometer	18
BAB III METODE PELAKSANAAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Prosedur Kerja	21
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	23
3.5 Teknik Analisis Data.....	23
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN.....	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	33



DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 2.1 Klasifikasi Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>).....	17
Tabel 4.1 Konsentrasi Amoniak pada Setiap Sampel.....	26

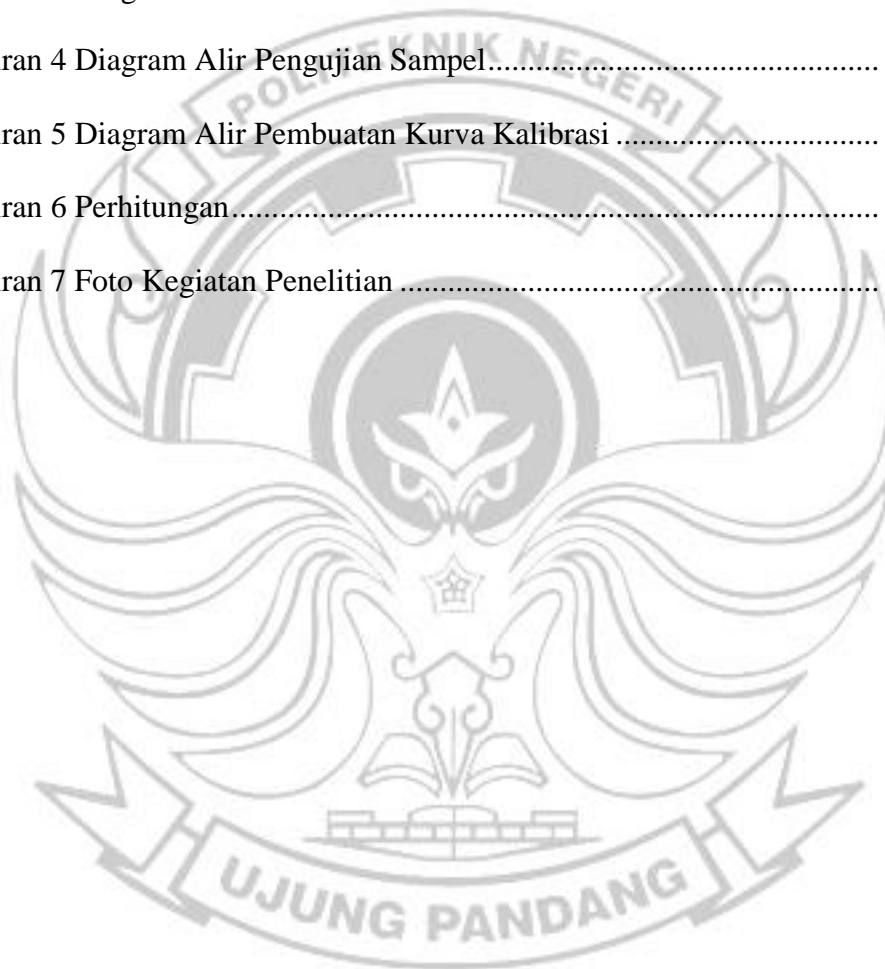


DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 Proses Fitoekstraksi.....	12
Gambar 2.2 Proses <i>Rhizofiltrasi</i>	13
Gambar 2.3 Proses Fitostabilisasi	13
Gambar 2.4 Proses Fitodegradasi.....	14
Gambar 2.5 Proses Fitovolatilisasi.....	15
Gambar 2.6 Proses Terjadinya Fitoremediasi	15
Gambar 2.7 Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>)	16
Gambar 4.1 Hubungan Jumlah Rumpun Eceng Gondok dengan Konsentrasi Amoniak di Setiap Waktu Kontak.....	26
Gambar 4.2 Hubungan Waktu Kontak dengan Konsentrasi Amoniak	27

DAFTAR LAMPIRAN

	hlm.
Lampiran 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	34
Lampiran 2 Pembuatan Larutan.....	35
Lampiran 3 Diagram Alir Fitoremediasi Amoniak.....	37
Lampiran 4 Diagram Alir Pengujian Sampel.....	38
Lampiran 5 Diagram Alir Pembuatan Kurva Kalibrasi	39
Lampiran 6 Perhitungan.....	40
Lampiran 7 Foto Kegiatan Penelitian	44



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irnawati

NIM : 331 17 043

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul **“Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)”** merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 18 September 2020



Irnawati
331 17 043

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Selsi

NIM : 331 17 049

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul **“Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)”** merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 18 September 2020



Selsi
331 17 049

RINGKASAN

Tercemarnya air dapat mengakibatkan dampak yang merugikan bagi lingkungan. Air limbah domestik merupakan air limbah yang paling sering dijumpai. Keberadaan amoniak berlebih dalam air dapat mengganggu ekosistem perairan dan sangat beracun bagi hampir semua organisme. Oleh karena itu, upaya untuk pencegahan dalam menurunkan konsentrasi amoniak dalam air perlu dilakukan untuk menjaga ekosistem lingkungan perairan tetap stabil. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan cara fitoremediasi.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh eceng gondok dalam menyerap kadar amoniak pada limbah cair domestik serta waktu optimum yang dibutuhkan dalam proses fitoremediasi. Penelitian ini menggunakan eceng gondok dengan variasi 3, 5, 7, 9 dan 12 rumpun dalam 10 L limbah cair domestik. Kemudian dilakukan pengontakan selama 5 x 24 jam. Kadar amoniak diukur pada setiap waktu kontak 4 jam, 12 jam, 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, 4 x 24 jam dan 5 x 24 jam. Metode uji untuk penentuan kadar amoniak ini dengan menggunakan spektrofotometer secara fenat pada panjang gelombang (λ) 640 nm (SNI 06-6989.30-2005).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar amoniak dengan kadar awal 13,221 ppm menjadi ≤ 1 (kurang dari 1) ppm untuk setiap variasi dengan waktu penyerapan optimum terjadi pada waktu kontak 4 x 24 jam. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan tanaman eceng gondok mampu menurunkan kadar amoniak dalam air limbah dan telah memenuhi baku mutu kelayakan amoniak yang berada di dalam air limbah sehingga diharapkan agar masyarakat dapat memanfaatkan tanaman eceng gondok sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi pencemaran air di lingkungan sekitar.

Kata kunci: fitoremediasi, eceng gondok, amoniak.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam terpenting di bumi sebab menjadi esensi dari semua kehidupan. Tercemarnya air dapat mengakibatkan dampak yang merugikan bagi lingkungan. Pencemaran air merupakan masuknya bahan pencemar (polutan) ke dalam lingkungan air. Air limbah atau air buangan biasanya berasal dari rumah tangga (domestik), industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup. Air limbah domestik merupakan air limbah yang paling sering dijumpai karena tidak terlepas dari kegiatan sehari-hari kita seperti air dari toilet, air bekas cucian, sisa-sisa makanan dan lain-lain.

Limbah domestik mengandung zat organik dan anorganik. Zat organik dapat berupa senyawa amoniak, urea, protein dan asam amino. Amoniak sendiri jika berlebihan di dalam air dapat mengganggu ekosistem perairan dan makhluk hidup di dalamnya. Amoniak sangat beracun bagi hampir semua organisme dan dapat menyebabkan kematian organisme serta mengganggu biota air. Oleh karena itu, upaya dalam menurunkan konsentrasi amoniak dalam air perlu dilakukan untuk menjaga ekosistem lingkungan perairan tetap stabil. Adapun standar baku mutu kelayakan amoniak berada di dalam air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik adalah sebesar 10 mg/L.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi kandungan amoniak dalam air limbah yaitu menggunakan cara fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan metode

yang digunakan dengan memanfaatkan tanaman untuk menghilangkan zat-zat pencemar/polutan yang terdapat dalam air dan tanah. Penggunaan tanaman ini bertujuan menghilangkan atau memecah bahan-bahan berbahaya baik organik maupun anorganik dari lingkungan. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan konsentrasi amoniak dalam air karena tanaman ini menyerap nutrient untuk pertumbuhannya sehingga diharapkan mampu menyerap amoniak yang terdapat pada limbah cair domestik dengan baik.

Dengan demikian, untuk mengetahui kelayakan dari eceng gondok dalam melakukan fitoremediasi dilakukan studi terhadap kemampuan dari tanaman tersebut dalam upaya menurunkan kadar amoniak yang terkandung dalam limbah cair domestik sehingga dapat memenuhi parameter standar lingkungan hidup.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar penurunan kadar amoniak pada limbah cair domestik menggunakan tanaman eceng gondok?
2. Berapa waktu optimum yang dibutuhkan dalam proses penurunan kadar amoniak pada limbah cair domestik menggunakan tanaman eceng gondok?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, dan Laboratorium Kimia Analisis Instrument Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) dengan judul penelitian “Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)” dimana limbah cair yang digunakan yaitu limbah cair domestik.

1.4 Tujuan Kegiatan

1. Dapat menentukan penurunan kadar amoniak pada limbah cair domestik menggunakan tanaman eceng gondok.
2. Dapat menentukan waktu optimum yang dibutuhkan dalam proses penyerapan amoniak menggunakan tanaman eceng gondok pada air limbah domestik.

1.5 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat dari penelitian yang dilaksanakan yaitu :

1. Bagi Mahasiswa

Sebagai syarat menyelesaikan studi di jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

2. Bagi Perguruan Tinggi

Sebagai acuan dan tolak ukur sejauh mana pemahaman dan penguasaan mahasiswa terhadap materi perkuliahan yang diberikan khususnya materi pengolahan limbah.

3. Bagi Umum

Dapat dijadikan sebagai referensi atau acuan dalam upaya mengatasi pencemaran air di lingkungan sekitar.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

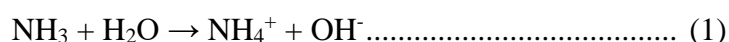
2.1 Amoniak

2.1.1 Pengertian Amoniak

Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH_3 yang merupakan salah satu indikator pencemaran udara pada bentuk kebauan. Gas amonia adalah gas yang tidak berwarna dengan bau menyengat, biasanya amonia berasal dari aktifitas mikroba, industri amonia, pengolahan limbah dan pengolahan batu bara (Sulistiyanto, 2018).

Amoniak (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH_4^+ pada pH rendah yang disebut dengan ammonium. Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni, tinja serta penguraian zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air alam atau air buangan industri ataupun limbah domestik. Besarnya kandungan amoniak pada air permukaan tergantung pada beberapa faktor yaitu sumber asalnya amoniak, keberadaan tanaman air yang menyerap amoniak, konsentrasi oksigen dan temperatur.

Amoniak dapat menyebabkan kondisi toksik bagi kehidupan perairan. Konsentrasi tersebut tergantung dari pH dan temperatur yang mempengaruhi air. Nitrogen amonia berada dalam air sebagai ammonium (NH_4^+) berdasarkan reaksi kesetimbangan sebagai berikut:



Kadar amoniak bebas dalam air meningkat sejalan dengan meningkatnya pH dan temperatur. Amoniak pada konsentrasi 1 mg/l dapat mempengaruhi kehidupan

air dan dapat menyebabkan mati lemas karena dapat mengurangi kapasitas oksigen dalam air (Marsidi dan Arie Herlambang, 2002).

Kelarutan amoniak sangat besar di dalam air, meskipun kelarutannya menurun tajam dengan kenaikan suhu. Amoniak bereaksi dengan air secara reversibel menghasilkan ion ammonium (NH_4^+) dan ion hidroksida (OH^-) (Riwayati, 2010).

Di perairan alami pada suhu dan tekanan normal amonia dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan ion amonium. Selain terdapat dalam bentuk gas, amoniak juga membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amoniak juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Amoniak di perairan dapat menghilang melalui proses volatilisasi karena tekanan parsial amoniak dalam larutan meningkat dengan semakin meningkatnya pH. Amoniak dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Amoniak banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia serta industri bubur dan kertas (pulp & paper). Tinja dari biota akuatik yang merupakan limbah aktivitas metabolisme juga banyak mengeluarkan amoniak. Sumber amoniak yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan kosmetik (Anonim, 2020).

Amoniak yang terukur di perairan berupa amoniak total (NH_3 dan NH_4^+). Amoniak bebas tidak dapat terionisasi (NH_3) sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Persentase amoniak meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amoniak akan mengalami ionisasi. Sebaliknya pada pH lebih besar dari 7 amoniak tak terionisasi bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak. Amoniak bebas yang tak terionisasi

bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amoniak terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu (Sulistiyanto, 2018).

2.1.2 Sifat-sifat Amonia

Adapun sifat-sifat amonia (NH_3) adalah sebagai berikut (Kurniawan, 2017):

- 1) Memiliki titik didih $33,3^\circ\text{C}$
- 2) Memiliki bau yang tajam
- 3) Mempunyai daya kelarutan yang tinggi di dalam air
- 4) Tidak bereaksi dengan sebagian besar logam, akan tetapi jika dicampur dengan air akan bereaksi dengan tembaga atau kuningan
- 5) Dapat menimbulkan ledakan apabila di udara mencapai 16%

2.1.3 Toksisitas Amonia

Amonia ada di dalam air tanah secara alamiah dengan jumlah kurang dari 0,2 ppm. Kandungan yang lebih tinggi dijumpai pada air tanah yang berhumus atau dalam hutan dengan konsentrasi mencapai 3 ppm, sedangkan air permukaan kandungan amonianya dapat mencapai 12 ppm (Riwayati, 2010).

Kadar amoniak yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpasan pupuk pertanian. Kandungan amoniak ada dalam jumlah yang relatif kecil jika di dalam perairan kandungannya oksigen terlalu tinggi sehingga kandungan amoniak dalam perairan bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman (Anonim, 2019).

Pada dasar perairan kemungkinan terdapat amoniak dalam jumlah yang lebih banyak dibanding perairan di bagian atasnya karena oksigen terlarut pada bagian dasar relatif lebih kecil. Konsentrasi amoniak yang tinggi pada permukaan air akan menyebabkan kematian ikan yang terdapat pada perairan tersebut. Toksisitas amonia dipengaruhi oleh pH yang ditunjukkan dengan kondisi pH rendah akan bersifat racun jika jumlah amoniak banyak, sedangkan dengan kondisi pH tinggi hanya dengan jumlah amoniak yang sedikit akan bersifat racun (Anonim, 2019).

2.2 Limbah Amoniak

Limbah cair atau yang biasa disebut air limbah merupakan salah satu jenis limbah yang keberadaannya sering menjadi masalah dalam kehidupan masyarakat. Sifatnya yang memiliki mobilitas cukup tinggi mengakibatkan limbah jenis ini dengan mudah mencemari lingkungan, khususnya perairan (Satria, 2019).

Limbah organik yang biasanya tersusun oleh karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, fosfor, sulfur, dan mineral lainnya yang masuk ke dalam perairan dalam bentuk padatan yang terendap, koloid, tersuspensi maupun terlarut. Nitrogen dan fosfor (nutrien perairan) merupakan dua jenis bahan pencemar yang sering menjadi perhatian karena pada kadar tertentu justru menimbulkan dampak yang kurang baik bagi beberapa makhluk hidup. Nitrogen dan fosfor dalam air limbah biasanya berada dalam bentuk amoniak, nitrat dan fosfat. Pencemar ini jika berlebihan dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan alga yang cepat di perairan (algae bloom) sehingga berakibat menggeser keseimbangan ekosistem. Kandungan amoniak yang tinggi dalam perairan dapat juga bersifat racun bagi organisme yang ada di perairan.

Rata-rata konsentrasi $\text{NH}_4\text{-N}$ dan total N di dalam limbah cair domestik masing-masing berkisar antara 44,5-75,9 mg/L dan 74,5-103,5 mg/L. (Satria, 2019).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Baku Mutu Air Limbah Domestik, kadar amoniak yang diperbolehkan adalah tidak melebihi 10 mg/L.

2.3 Metode Penetapan Kadar Amoniak

Metode utama yang mempengaruhi untuk menentukan kadar amoniak adalah konsentrasi dan adanya interferensi (zat pengganggu). Secara umum penentuan secara spektrofotometer dari konsentrasi rendah amoniak terbatas pada air minum, permukaan air bersih, air limbah dan air buangan penerima (Sulistiyanto, 2018).

Menurut Sulistiyanto (2018), macam- macam penetapan kadar amoniak terdiri dari:

2.3.1 Titrimetri

Metode titrimetri hanya digunakan pada sampel yang telah melakukan destilasi awal. Metode ini digunakan untuk penentuan kadar amoniak dalam sampel dengan larutan standart asam klorida.

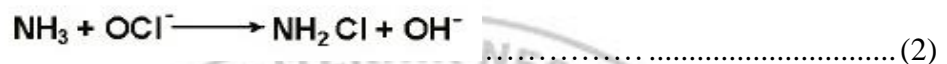
2.3.2 Spektrofotometri

1) Metode Fenat

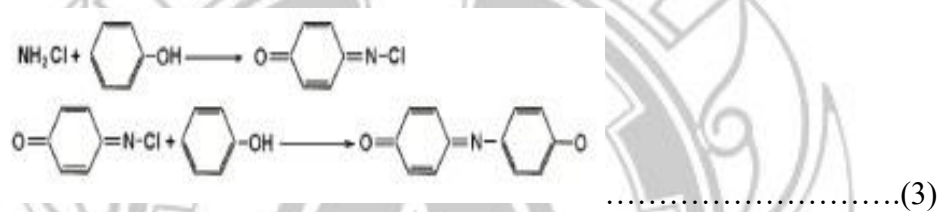
Metode ini digunakan untuk penentuan kadar amoniak dengan spektrofotometer secara fenat pada panjang gelombang (λ) 640 nm (SNI 06-6989.30-2005).

Prinsip metode ini adalah amonia bereaksi dengan hipoklorit dan fenol yang dikatalisis oleh natrium nitroprusida membentuk senyawa biru indofenol. Reaksi terjadi dua tahap sebagai berikut (Novie, 2013):

- a) Penambahan hipoklorit pada sampel amoniak menghasilkan mono-chloroamina.



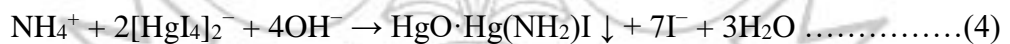
- b) Fenol bereaksi dengan mono-chloroamina membentuk senyawa biru indofenol.



(Sumber: Novie, 2013)

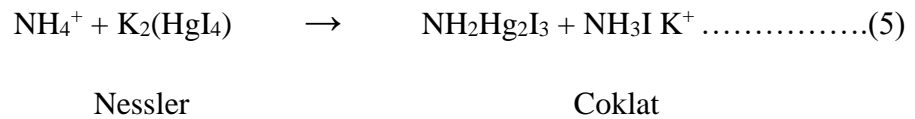
2) Metode Nessler

Metode Nessler terdiri dari suatu analisis kimiawi dengan menggunakan spektrofotometer. Reagen Nessler K_2HgI_4 akan bereaksi dengan NH_3 dalam larutan yang bersifat basa, sesuai dengan reaksi dibawah:



Reaksi menghasilkan larutan berwarna kuning-coklat yang mengikuti hukum Beer-Lambert. Intensitas warna yang terjadi berbanding lurus dengan konsentrasi NH_3 yang ada dalam sampel yang kemudian ditentukan secara spektrofotometri. Metode ini digunakan untuk penentuan kadar amoniak dengan spektrofotometer secara Nessler pada kisaran panjang gelombang (λ) 400-500 nm. Ion amonia dalam suasana basa akan bereaksi dengan larutan Nessler membentuk senyawa kompleks

yang berwarna kuning sampai kecoklatan. Warna yang terbentuk diukur serapannya secara spektrofotometri pada panjang gelombang (λ) 400 - 500 nm.



Gangguan pada analisa Nessler adalah kekeruhan dan warna. Pada analisis Nessler tanpa destilasi harus ditambahkan larutan basa dan ZnSO₄ atau KNa Tartrat untuk mencegah gangguan ion Ca, Mg, Fe dan Sulfida yang dapat menimbulkan kekeruhan, dengan penambahan larutan tersebut ion-ion diatas akan mengendap (SNI. 06 – 2479 1991).

2.4 Perhitungan Konsentrasi Amoniak

Perhitungan konsentrasi amoniak berdasarkan persamaan garis lurus dari kurva baku (Sulistiyanto, 2018) :

$$y = bx + a$$

$$x = \frac{y-a}{b} \times fp \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- y = Absorbansi amoniak
- x = Konsentrasi amoniak
- fp = Faktor Pengenceran
- a = Konstanta
- b = Koefisien

2.5 Fitoremediasi

Teknik pengolahan limbah menggunakan tanaman dikenal dengan istilah fitoremediasi. Fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani Kuno yaitu nabati/tanaman, dan bahasa Latin yaitu *remedium* (memulihkan keseimbangan atau perbaikan), menggambarkan pengobatan masalah lingkungan (bioremediasi) melalui penggunaan tanaman yang mengurangi masalah lingkungan tanpa perlu menggali bahan kontaminan dan membuangnya di tempat lain. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi (Rondonuwu, 2014).

Akhir-akhir ini teknik reklamasi dengan fitoremediasi mengalami perkembangan pesat karena terbukti lebih murah dibandingkan metode lainnya, misalnya penambahan lapisan permukaan tanah. Fitoremediator tersebut dapat berupa herba, semak, bahkan pohon. Semua tumbuhan mampu menyerap logam dalam jumlah yang bervariasi, tetapi beberapa tumbuhan mampu mengakumulasi unsur logam tertentu dalam konsentrasi yang cukup tinggi. Sudah banyak hasil penelitian yang membuktikan keberhasilan penggunaan tumbuhan untuk remediasi dan tidak sedikit tumbuhan yang dibuktikan sebagai hiperakumulator adalah spesies yang berasal dari daerah tropis (Rondonuwu, 2014).

Fitoremediasi merupakan suatu cara yang efektif karena tidak memerlukan biaya yang cukup mahal dan caranya pun secara alami yaitu dapat diterapkan secara langsung pada lahan yang tercemar. Dari beberapa penelitian sebelumnya teknik fitoremediasi ini sangat efektif diterapkan walaupun pada lahan yang telah terkontaminasi berat dengan berbagai macam polutan (Patandangan dkk, 2016).

Keunggulan menggunakan tanaman dalam fitoremediasi adalah tanaman lebih tahan lama dibandingkan mikroorganisme pada konsentrasi dan kontaminan yang cukup tinggi dan mampu menyerap serta mengurangi toksitas logam berat jauh lebih cepat tanpa merusak pertumbuhan dari tanaman. Metode fitoremediasi ini mengalami perkembangan pesat karena terbukti lebih relatif ekonomis dibanding dengan metode lainnya (Patandung dkk, 2016).

Pemilihan tanaman untuk proses fitoremediasi disesuaikan dengan lokasi dan mampu bertahan pada ekosistem yang telah terkontaminasi oleh zat-zat tercemar pada badan air. Proses fitoremediasi pada air tercemar pada umumnya menggunakan prinsip *rizhofiltrasi*, dimana akar tanaman lebih toleransi dalam menyerap zat-zat pencemar pada air dibandingkan batang dan daun (Yuliani, 2019).

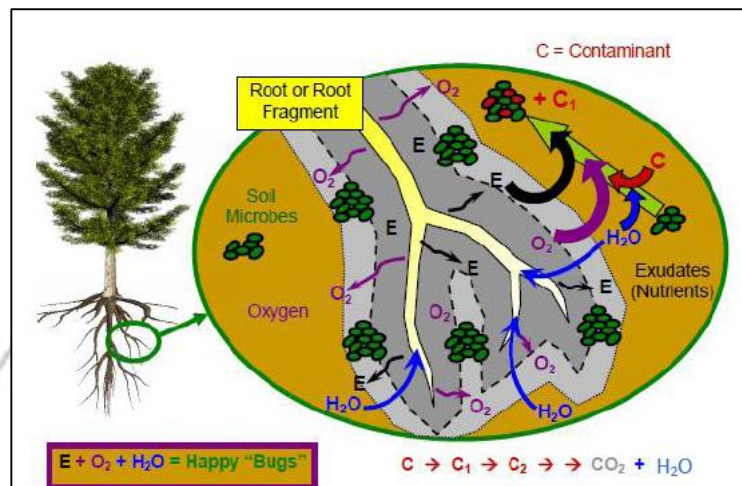
Menurut Irawanto (2010), mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa tahapan dalam mereduksi berbagai zat pencemar/polutan diantaranya:

- 1) *Phytoaccumulation (phytoextraction)* yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan.



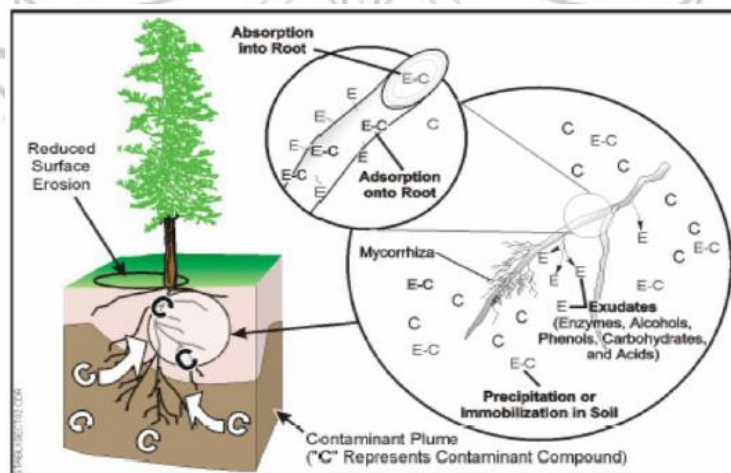
Gambar 2.1 Proses Fitoekstraksi
(Sumber: ITRC, 2009)

- 2) *Rhizofiltration* (*rhizo*: akar) adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar.



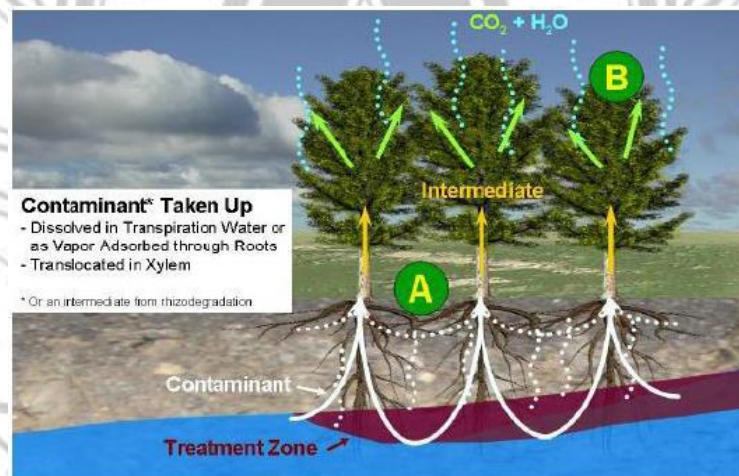
Gambar 2.2 Proses *Rhizofiltrasi*
(Sumber: ITRC, 2009)

- 3) *Phytostabilization* yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.



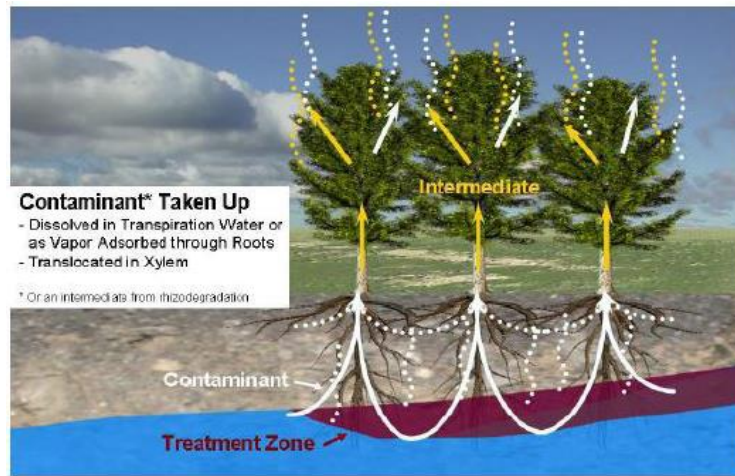
Gambar 2.3 Proses *Fitistabilisasi*
(Sumber: ITRC, 2009)

- 4) *Rhizodegradation* yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada di sekitar akar tumbuhan.
- 5) *Phytodegradation (phyto transformation)* yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi.



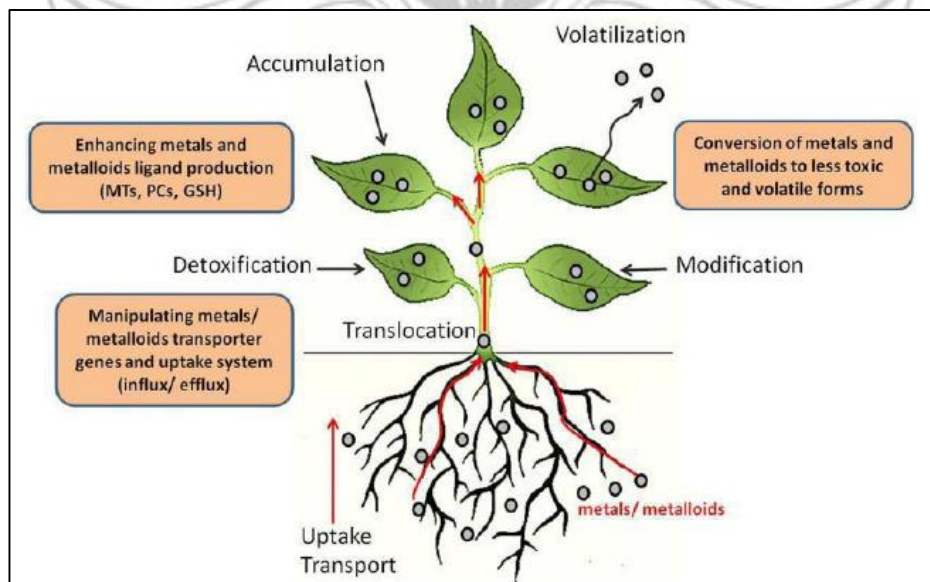
Gambar 2.4 Proses Fitodegradasi
(Sumber: ITRC, 2009)

- 6) *Phytovolatilization* yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya diuapkan ke atmosfer.



Gambar 2.5 Proses Fitovolatilisasi
(Sumber: ITRC, 2009)

Proses fitoremediasi pada air tercemar pada umumnya menggunakan prinsip *rizhofiltrasi*, dimana akar tanaman lebih toleransi dalam menyerap zat-zat pencemar pada air dibandingkan batang dan daun. Proses terjadinya fitoremediasi pada setiap bagian tumbuhan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Proses Terjadinya Fitoremediasi
(Sumber: Yuliani, 2019)

2.6 Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

2.6.1 Pengertian Eceng Gondok

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah tanaman yang hidup mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tingginya sekitar 0,4 - 0,8 meter. Gambar 2.7 menunjukkan bahwa eceng gondok tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Akarnya merupakan akar serabut (Nuryana, 2016).



Gambar 2.7 Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)
(Sumber: Anonim, 2020)

Adapun manfaat tanaman eceng gondok dalam Rorong (2010), adalah sebagai berikut:

- 1) Dapat menambah kesuburan tanah terutama dalam hal bahan organik
- 2) Sebagai bahan industri kertas
- 3) Sebagai medium penanaman jamur merang
- 4) Isolator logam-logam berat
- 5) Sebagai penghasil gas bio dan bahan kerajinan

Enceng gondok memiliki keunggulan dalam kegiatan fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari. Bagian dinding permukaan akar, batang dan daunnya memiliki lapisan yang sangat peka sehingga pada kedalaman yang ekstrem sampai 8 meter di bawah permukaan air masih mampu menyerap sinar matahari serta zat-zat yang larut di bawah permukaan air. Akar, batang, dan daunnya juga memiliki kantung-kantung udara sehingga mampu mengapung di air. Keunggulan lain dari eceng gondok adalah dapat menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air yang tercemar, berpotensi untuk digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga. Oleh karena kemampuannya yang besar, tanaman ini diteliti oleh NASA untuk digunakan sebagai tanaman pembersih air di pesawat ruang angkasa. Menurut beberapa penelitian, enceng gondok juga dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari air limbah (Yuliani, 2019). Adapun klasifikasi eceng gondok dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Kingdom	<i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	<i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	<i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	<i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	<i>Liliopsida</i> (berkeping satu / monokotil)
Sub Kelas	<i>Alismatidae</i>
Ordo	<i>Alismatales</i>
Famili	<i>Butomaceae</i>
Genus	<i>Eichhornia</i>
Spesies	<i>Eichhornia crassipes</i>

(Sumber: Nuryana, 2016)

2.6.2 Habitat Eceng Gondok

Eceng gondok yang sudah menutupi sebagian besar wilayah perairan. Perkembangbiakan yang demikian cepat menyebabkan tanaman eceng gondok telah berubah menjadi tanaman gulma di beberapa wilayah perairan di Indonesia (Nuryana, 2016).

Eceng gondok merupakan tumbuhan yang mengambang di permukaan air (gulma), memiliki daun yang tebal dan “gelembung” yang membuatnya mengapung. Gangguan yang diakibatkan oleh tanaman eceng gondok ini antara lain adalah eceng gondok dapat menyebar di area yang luas dan menutupi permukaan air, dapat mengurangi cahaya yang masuk ke dalam badan air, yang mengakibatkan berkurangnya kandungan oksigen terlarut yang dalam air. Gangguan lain berupa pendangkalan akibat eceng gondok yang mati dan mengendap di dasar badan air, meningkatkan persaingan dengan tumbuhan lain (Rorong, 2010).

Di kawasan perairan danau, eceng gondok tumbuh pada bibir-bibir pantai sampai sejauh 5-20 m. Hal ini menyebabkan berkurangnya volume air dan pendangkalan sungai, dikarenakan sifat tanaman ini yang menyerap air sangat banyak. Perkembangbiakan ini juga dipicu oleh peningkatan kesuburan di wilayah perairan danau sebagai akibat dari erosi dan sedimentasi lahan, berbagai aktivitas masyarakat (mandi, cuci, kakus/MCK), 7 dan lainnya. Namun, banyak peneliti melaporkan bahwa eceng gondok dapat menyerap zat pencemar dalam air dan dapat dimanfaatkan untuk mengurangi beban pencemaran lingkungan (Nuryana, 2016).

2.7 Spektrofotometer

2.7.1 Pengertian Spektrofotometer

Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmitansi atau absorbansi suatu contoh sebagai fungsi panjang gelombang (λ), pengukuran terhadap suatu

deretan contoh pada suatu panjang gelombang (λ) tunggal mungkin juga dapat dilakukan (Sulistiyanto, 2018).

Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi itu ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang (λ). Kelebihan spektrofotometer adalah panjang gelombang (λ) dari sinar putih dapat terseleksi dan diperoleh dengan alat pengurai prisma, grafting ataupun celah optis (Sulistiyanto, 2018).

2.7.2 Metode

Menurut Sulistiyanto (2018), ada tiga metode yang bisa dipakai dalam analisis secara spektrofotometer antara lain:

1) Metode Standar Tunggal

Metode ini sangat praktis karena menggunakan satu larutan standart yang telah diketahui konsentrasinya, selanjutnya absorbansi larutan standart dan absorbansi larutan sampel diukur dengan spektrofotometer.

2) Metode Kurva Kalibrasi

Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan standart dengan berbagai konsentrasi selanjutnya absorbansi masing-masing larutan tersebut diukur dengan spektrofotometer. Kemudian dibuat grafik antara konsentrasi dengan absorbansi yang merupakan garis lurus melewati titik.

3) Metode Adisi Standar

Metode ini dipakai secara luas karena mampu meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkaran (matriks) sampel dan standart.

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan ini berlangsung selama tiga pekan yang dimulai pada tanggal 06 Juli 2020 hingga 29 Juli 2020. Adapun tempat pelaksanaannya di Laboratorium Kimia Organik, dan Laboratorium Kimia Analisis Instrument Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP).

Proses preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP). Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis Instrument Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spektrofotometer UV-VIS; timbangan analitik; erlenmeyer 100 ml; labu ukur 25 mL, 100 mL dan 500 mL; gelas ukur 25 mL; pipet ukur 5 mL, 10 mL dan 25 mL; gelas kimia 100 mL dan 200 mL; cawan petridis; spatula; dan batang pengaduk.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel limbah domestik, ammonium klorida (NH_4Cl), larutan fenol, etil alcohol 95%, natrium nitroprusida ($\text{C}_5\text{FeN}_8\text{Na}_2\text{O}$) 0,5%, Trinatrium sitrat, NaOH, Natrium hipoklorit 5%, dan aquadest.

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1 Uji Pendahuluan

3.3.2 Cara Kerja

1) Pembuatan Kurva Kalibrasi

- a) Pipet 10 mL larutan standar amoniak dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer 100 ml
- b) Tambahkan 0,4 mL larutan fenol dan dihomogenkan
- c) Tambahkan 0,4 mL natrium nitroprusida dan dihomogenkan
- d) Tambahkan 1 mL larutan pengoksidasi dan dihomogenkan
- e) Tutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau paraffin film
- f) Biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna
- g) Masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm
- h) Buat kurva kalibrasi dari data (7) di atas dan atau tentukan persamaan garis lurusnya

2) Pengujian sampel

- a) Pipet 10 mL sampel limbah domestik dan masukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL
- b) Tambahkan 0,4 mL larutan fenol dan dihomogenkan
- c) Tambahkan 0,4 mL natrium nitroprusida dan dihomogenkan
- d) Tambahkan 1 mL larutan pengoksidasi dan dihomogenkan
- e) Tutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau paraffin film
- f) Biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna

- g) Masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm
- h) Buat kurva dari data (7) di atas dan menentukan konsentrasi sampel berdasarkan kurva kalibrasi yang telah dibuat

3.3.3 Penelitian Utama

- 1) Eceng gondok diambil dari air danau dengan spesifikasi:
memiliki akar, batang, dan daun; berwarna hijau segar dan memiliki ukuran yang relatif sama; jumlah daun 5-6 helai, daun yang masih segar dan tidak menguning, tinggi tanaman 10-15 cm.
- 2) Masukkan eceng gondok ke dalam wadah baru yang berisi air bersih (aklimatisasi)
- 3) Lakukan proses aklimatisasi selama 7 x 24 jam
- 4) Tahap berikutnya adalah dengan masing-masing perlakuan antara lain:
 - a) Perlakuan 1 (3 rumpun eceng gondok dalam 10 liter air limbah cair domestik)
 - b) Perlakuan 2 (5 rumpun eceng gondok dalam 10 liter air limbah cair domestik)
 - c) Perlakuan 3 (7 rumpun eceng gondok dalam 10 liter air limbah cair domestik)
 - d) Perlakuan 4 (9 rumpun eceng gondok dalam 10 liter air limbah cair domestik)
 - e) Perlakuan 5 (12 rumpun eceng gondok dalam 10 liter air limbah cair domestik)

- 5) Dilakukan waktu kontak selama 5 x 24 jam dan melakukan pengambilan sampel pada waktu kontak: 4 jam, 12 jam, 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, 4 x 24 jam, 5 x 24 jam untuk pengukuran parameter amonia untuk mengetahui konsentrasi penurunan kandungan amoniak pada limbah cair domestik.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Data yang didapat berasal dari data primer maupun data sekunder. Data primer diperoleh dari data hasil analisis sampel di laboratorium. Data sekunder diperoleh dari berbagai literatur-literatur yang menjadi data pendukung yang berkaitan dengan judul yang diangkat. Data literatur meliputi: jurnal, makalah, artikel, dan laporan penelitian terdahulu terkait fitoremediasi dan penentuan kadar amoniak dalam sampel.

3.5 Teknik Analisis Data

Tujuan dari analisis ini adalah untuk menjelaskan karakteristik masing-masing variabel yang diteliti sehingga data yang diperoleh dapat diubah menjadi informasi yang berguna. Cara yang dilakukan yaitu dengan menghitung nilai dari masing-masing variabel yang diteliti yang berasal dari sistem pengolahan limbah cair domestik. Lalu nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan akan dibandingkan dengan standar baku mutu yang telah ditentukan.

BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

Limbah cair domestik pada umumnya cenderung tidak ramah lingkungan sehingga harus dilakukan pengelolaan sebelum dibuang ke badan air. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan berapa besar penurunan kadar amoniak pada limbah cair domestik menggunakan tanaman eceng gondok sehingga masyarakat dapat menerapkan sistem fitoremediasi untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan serta untuk menentukan waktu optimum yang dibutuhkan dalam proses penurunan kadar amoniak pada limbah cair domestik menggunakan eceng gondok. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini adalah amoniak menggunakan analisis grafik.

Penelitian ini diawali dengan uji pendahuluan yaitu melakukan pengujian awal terhadap air yang tercemar amoniak dalam hal ini adalah limbah cair domestik. Setelah didapatkan air limbah dengan kadar amoniak melebihi baku mutu air limbah domestik yaitu lebih besar dari 10 mg/L maka dapat dijadikan sebagai objek penelitian. Adapun konsentrasi amoniak awal dari limbah domestik yang didapatkan yaitu 13,221 ppm.

Selanjutnya, tanaman eceng gondok yang digunakan dalam penelitian ini harus melalui tahap aklimatisasi. Eceng gondok diambil dari perairan bebas yaitu di danau Universitas Hasanuddin dengan ukuran yang sama. Tujuan dari proses aklimatisasi ini adalah agar tanaman uji dapat tumbuh dengan baik dan tidak mengalami kematian karena kondisi dari air yang telah terkontaminasi dengan bahan pencemar. Selain itu, proses aklimatisasi juga dilakukan agar tanaman yang baru dipindahkan dari habitatnya tersebut beradaptasi terlebih dahulu dengan tempat barunya sebelum dimasukkan ke dalam air limbah. Tanaman diaklimatisasi

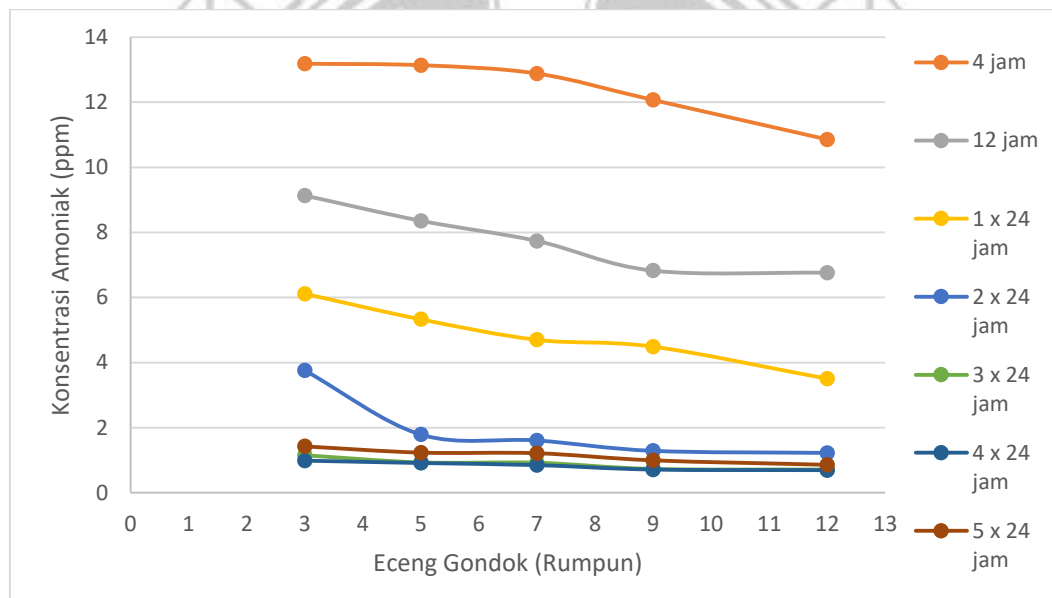
dengan cara dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air bersih. Proses aklimatisasi dilakukan selama 7 x 24 jam. Setelah hari ketujuh dipilih tanaman yang segar dan sehat untuk selanjutnya tanaman siap untuk digunakan. Pada proses aklimatisasi, pertumbuhan tanaman dari hari pertama hingga hari ketujuh tidak terlalu signifikan dalam jumlah batang dan daun. Hal ini dikarenakan ruang tumbuh untuk tanaman relatif terlalu sempit sehingga memperlambat pertumbuhan tanaman, dimana semakin sempit ruang tumbuh maka pertumbuhan tanaman akan semakin lambat dan sebaliknya (Yuliani, 2019).

Setelah dilakukan uji pendahuluan terhadap air yang tercemar amoniak (limbah cair domestik) dan proses aklimatisasi yaitu uji fitoremediasi amoniak menggunakan tanaman enceng gondok. Penelitian fitoremediasi ini menggunakan tanaman enceng gondok dengan variasi jumlah rumpun enceng gondok per jumlah air limbah yang tetap yaitu 10 L. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari tanaman enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam menyerap kontaminan berupa amoniak yang dilakukan melalui akarnya. Penelitian dilakukan selama 5 x 24 jam. Pengujian terhadap penyerapan amoniak pada tanaman dilakukan sebanyak tujuh kali, yaitu 4 jam setelah penyerapan, 12 jam, 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, 4 x 24 jam dan 5 x 24 jam.

Selanjutnya, dilakukan analisis dengan menambahkan beberapa reaktan ke dalam sampel limbah domestik, lalu dilakukan pengujian dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, maka diperoleh nilai konsentrasinya dengan memplotkan nilai absorbansi sampel ke dalam kurva kalibrasi menggunakan persamaan $y = 0,1096x$. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konsentrasi Amoniak pada Setiap Sampel

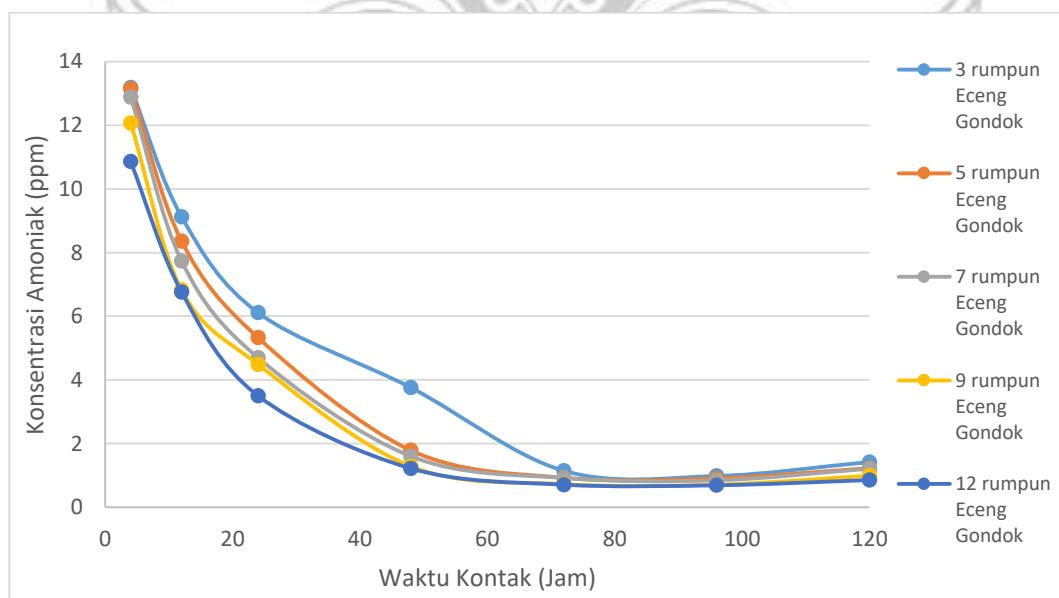
Waktu kontak (jam)	Konsentrasi Amoniak (ppm)							
	0	4	12	1 x 24	2 x 24	3 x 24	4 x 24	5 x 24
Jumlah rumpun								
3		13,184	9,133	6,113	3,759	1,150	0,985	1,423
5		13,139	8,358	5,328	1,788	0,931	0,912	1,232
7	13,221	12,883	7,737	4,699	1,606	0,922	0,849	1,214
9		12,071	6,825	4,489	1,286	0,730	0,712	0,995
12		10,858	6,761	3,504	1,223	0,172	0,693	0,858



Gambar 4.1 Hubungan Jumlah Rumpun Eceng Gondok dengan Konsentrasi Amoniak di Setiap Waktu Kontak

Berdasarkan gambar 4.1 terlihat semua sampel air limbah hingga waktu kontak 5 x 24 jam menunjukkan konsentrasi amonia yang lebih kecil dibandingkan sampel air limbah diawal (0 jam). Kadar amoniak pada air limbah cenderung semakin menurun hingga waktu kontak 4 x 24 jam untuk setiap variasi rumpun eceng gondok. Hal ini disebabkan oleh proses fitoremediasi tanaman eceng gondok dalam menyerap polutan organik melalui akarnya karena pada akar eceng gondok terdapat

mikroorganisme yang mampu mengurai senyawa organik di perairan yang digunakan sebagai sumber makanan sehingga kandungan amonia dalam air limbah tersebut dapat diserap. Kenyataan ini membuktikan bahwa eceng gondok mampu menurunkan tingkat pencemaran air. Penelitian Djenar dan Herawati (2008), juga menguatkan bahwa semakin banyak jumlah rumpun tanaman eceng gondok semakin banyak akar yang menyerap amoniak di dalam air tercemar tersebut. Kemudian pada waktu kontak 5 x 24 jam tingkat penyerapan tanaman terhadap amoniak mengalami penurunan yang menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi amoniak dalam air limbah yang disebabkan karena tanaman eceng gondok telah jenuh yang ditandai dengan menguningnya daun sehingga tanaman ini tidak dapat menyerap secara optimal. Tanaman yang telah jenuh dengan kontaminan dapat melepaskan kembali kontaminan ke lingkungan (Yuliani, 2019).



Gambar 4.2 Hubungan Waktu Kontak dengan Konsentrasi Amoniak

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa tanaman eceng gondok telah mampu menyerap amoniak pada waktu kontak 4 jam, akan tetapi penyerapan

optimum terjadi pada waktu kontak 4 x 24 jam (96 jam), dimana semakin lama waktu kontak maka semakin banyak amoniak yang diserap pada air limbah. Amoniak yang diberikan pada tanaman dalam jumlah tertentu dapat membantu mempercepat pertumbuhan tanaman sebagai suatu respon positif, namun pada tingkatan tertentu justru dapat menghambat pertumbuhan tanaman bahkan kematian tanaman sebagai bentuk respon negatif tanaman (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2010).

Saat melakukan pengamatan terjadi perubahan warna pada tanaman enceng gondok yaitu pada 0 jam tanaman terlihat berwarna hijau dan masih segar. Seiring bertambahnya waktu, konsentrasi amoniak dalam air limbah semakin menurun (Tabel 4.1), warna tanaman pun berubah. Terjadinya perubahan fisik pada tanaman disebabkan adanya perpindahan amoniak dari limbah ke dalam tanaman, yaitu melalui mekanisme penyerapan dalam tanaman. Pada waktu kontak 3 x 24 jam, beberapa batang tanaman dan daun berubah warna menjadi kekuningan. Perubahan warna daun pada tanaman menunjukkan gejala klorosis yang diduga tanaman mengalami toksisitas amonia dari air limbah. Menurut Darmono (1995), klorosis adalah degenerasi klorofil (tidak terbentuk/ kurang berkembangnya klorofil) sehingga daun menjadi menguning atau mozaik dengan warna campuran hijau, kuning dan hitam. Pada waktu kontak 4 x 24 jam beberapa batang tanaman sudah ada yang membusuk tetapi ada juga tumbuh anakan baru (*runner*). Pada waktu kontak 5 x 24 jam batang dan daun dari tanaman enceng gondok semakin banyak yang layu dan juga terjadi peningkatan konsentrasi amoniak yang disebabkan tanaman mulai jenuh.

Faktor lain yang mempengaruhi perubahan fisik pada tanaman eceng gondok yaitu kemungkinan dari faktor eksternal yaitu kurang terpapar sinar matahari dan suhu. Menurut Muhtar (2008), Pertumbuhan eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup, dengan suhu optimum antara 25°C - 30°C. Pertumbuhannya akan terganggu bila suhu di bawah 10°C atau di atas 40°C dan akan mati bila suhu perairan 45°C. Selain itu kemungkinan juga pengaruh dari wadah tanaman yang terbatas yang tidak ada aliran air yang membawa amoniak sehingga tanaman mengalami toksisitas amonia.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis dari pengolahan limbah cair domestik menggunakan tanaman eceng gondok dalam menurunkan kadar amoniak ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah rumpun tanaman eceng gondok, maka semakin cepat kadar amoniak mengalami penurunan dengan penurunan kadar amoniak mencapai 94,755% dari 10 L limbah cair domestik dimana konsentrasi awalnya sebesar 13,221 ppm.

Waktu optimum yang dibutuhkan dalam penurunan kadar amoniak menggunakan tanaman eceng gondok ini tercapai pada waktu kontak 4 x 24 jam (96 jam)

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai fitoremediasi amoniak pada limbah cair domestik menggunakan tanaman eceng gondok dan apabila memungkinkan menggunakan pengukuran *Dissolve Oxygen* (DO), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD) maupun pH sehingga tidak hanya terfokus pada amoniak saja agar penelitian yang dilakukan menemukan hasil yang lebih baik.

Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan penambahan variasi rumpun eceng gondok dengan volume limbah cair yang tetap. Selain itu, juga perlu penelitian detail untuk membuktikan bahwa tanaman eceng gondok betul dapat menyerap amoniak dalam limbah cair.

Penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan metode analisis yang lain, seperti analisis spektrofotometri dengan metode Nessler, metode titrimetri, ataupun metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2019. *Kadar Amonia dalam Perairan*. Jakarta, (Online), (<http://www.saka.co.id/news-detail/kadar-amonia-dalam-perairan>), diakses 17 Agustus 2020.
- Anonim. 2020. *BAB 2 Tinjauan Pustaka*, (Online), (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/16574/Chapter%20II.pdf;jsessionid=EBF606B107E93CB200D0154CAF0FE20E?sequence=4>) diakses 12 Agustus 2020.
- Anonim. 2020. *BAB 2 Tinjauan Pustaka*, (Online), (<https://docplayer.info/54233624-Gambar-1-eceng-gondok.html>) diakses 12 Agustus 2020.
- Darmono. Logam dalam Sistem Biologi Hidup Makhluk Hidup. UI-Press. Jakarta, 1995.
- Djenar, Nancy Siti dan Herawati Budiastuti. 2008. Absorpsi Polutan Amoniak Di Dalam Air Tanah Dengan Memanfaatkan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes (Mart) Solm*). *Spektrum Teknologi*, 15(2): 97-103.
- Interstate Technology Regulatory Council (ITRC). 2009. *Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance and Decision Trees, Revised*.
- Irawanto, Rony. 2010. Fitoremediasi Lingkungan dalam Taman Bali. *Local Wisdom-Jurnal Ilmiah Online, ISSN: 2086-3764*, 2(4): 29-35.
- Kurniawan, Ajie. 2017. Analisa Kadar Amonia (NH₃) pada Limbah Cair Outlet Pabrik Karet Secara Salisilat Menggunakan Spektrofotometer Visible Portabel Dr/2010. Karya Ilmiah. (Online), (<http://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/4742/142401113.pdf?sequence=1&isAllowed=y>) diakses 18 Agustus 2020.
- Novie, 2013. Reaksi Analisa Ammonia dengan Metode Spektrofotometer Fenat. *Kimia Lingkungan*, (Online), (<https://environmentalchemistry.wordpress.com/2013/08/29/reaksi-analisa-ammonia-dengan-metode-spektrofotometer-fenat/>) diakses 09 Agustus 2020.
- Mangkoedihardjo, S. dan Samudro, G. Fitoteknologi Terapan. Edisi pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- Marsidi, Ruliasih dan Arie Herlambang. 2002. Proses Nitrifikasi dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3): 195-204.
- Muhtar, Ahmad. Tugas Akhir: Penggunaan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai pre-treatment pengolahan air minum pada air selokan mataram. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2008.

- Nuryana, Rena. 2016. Pemanfaatan Selulosa dari Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (*CarboxyMethyl Cellulose*) dengan Media Reaksi Campuran Larutan Metanol–Propanol. Laporan Akhir. Palembang: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, (*Online*), (<http://eprints.polsri.ac.id/3319/3/3.%20BAB%20II.pdf>) diakses 16 Agustus 2020.
- Patandung, Alfia dkk. 2016. Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar. *Al-Kimia*, 4(2): 8-21.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik. 2016.* Permen lhk no.68 2016 ttg baku mutu air limbah domestik. (*Online*), (<https://www.slideshare.net/RizkiDarmawan4/permen-lhk-no68-2016-ttg-baku-mutu-air-limbah-domestik>), diakses 19 Agustus 2020.
- Riwayati, Indah. 2010. Penurunan Kandungan Amonia Dalam Air dengan Elektrolisa Menggunakan Elektroda Stainless Steel/Platina. Tesis. Semarang: Program Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang, (*Online*), (http://eprints.undip.ac.id/36547/2/isi_laporan_tesis_elektrolisa_amonia.pdf), diakses 12 Agustus 2020.
- Rondonuwu, Sendy B. 2014. Fitoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman dan Sistem Reaktor. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(1): 52-59.
- Rorong, Johnly A. dan Edi Suryanto. 2010. Analisis Fitokimia Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Efeknya sebagai Agen Photoreduksi Fe³⁺. *Chem. Prog.*, 3(1): 33-41.
- Satria, Arysca Wisnu dkk. 2019. Pengolahan Nitrifikasi Limbah Amonia dan Denitrifikasi Limbah Fosfat dengan Biofilter Tercelup. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 20(2): 243-250.
- SNI 06-6989.30-2005 Amonia Fenat. 2005.* Cara Uji Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat. (*Online*), (http://sainstkim.teknik.ub.ac.id/wp-content/uploads/2016/12/SNI_06-6989_1_30-2005-Uji_Amonia_Fenat.pdf) diakses 14 Agustus 2020.
- Sulistiyanto, Hendrik. 2018. Perbedaan Kadar Ammonia pada Air Limbah Berdasarkan Perlakuan Pengawetan dan Lama Waktu Penyimpanan. Skripsi. Semarang: Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang, (*Online*), (<http://repository.unimus.ac.id/3275/4/10.%20BAB%20II.pdf>), diakses 12 Agustus 2020.
- Yuliani, Elita. 2019. Fitoremediasi Limbah Pelumas Bekas Menggunakan Tanaman Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan Variasi Penambahan Pupuk. Tugas Akhir. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, (*Online*), (http://digilib.uinsby.ac.id/33976/3/Elita%20Yuliani_H75215013.pdf) diakses 16 Agustus 2020.

LAMPIRAN



LAMPIRAN 1 BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

Berikut adalah tabel baku mutu air limbah domestik yang dikeluarkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik.

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik)

Keterangan:

* Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, area rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkantoran, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga kemasyarakatan.

LAMPIRAN 2 PEMBUATAN LARUTAN

1. Larutan Fenol (C_6H_5OH)

Campurkan 11,1 ml fenol yang dicairkan (kadar fenol lebih besar atau sama dengan 89%) dengan etil alcohol 95% di dalam labu ukur 100 ml, kemudian tambahkan etil alcohol 95% sampai tanda tera dan dihomogenkan.

Catatan: larutan ini harus disiapkan setiap minggu

2. Natrium nitroprusida ($C_5FeN_8Na_2O$) 0,5%

Larutkan 0,5 g natrium nitroprusida dalam 100 ml aquadest dan dihomogenkan

Catatan: larutan ini tahan hingga 1 bulan apabila disimpan dalam botol gelap

3. Larutan alkalin sitrat ($C_6H_5Na_3O$)

Sebanyak 100 g trinitratum sitrat dan 5 g natrium hidroksida (NaOH) dilarutkan dengan aquadest. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 ml, kemudian ditera dan dihomogenkan.

4. Larutan natrium hipoklorit 5%

5. Pembuatan larutan pengkondisi (4:1)

Sebanyak 50 ml larutan alkalin sitrat dan 12,5 ml larutan natrium hipoklorit dihomogenkan dalam gelas kimia.

6. Pembuatan Larutan Induk Amoniak 1000 ppm

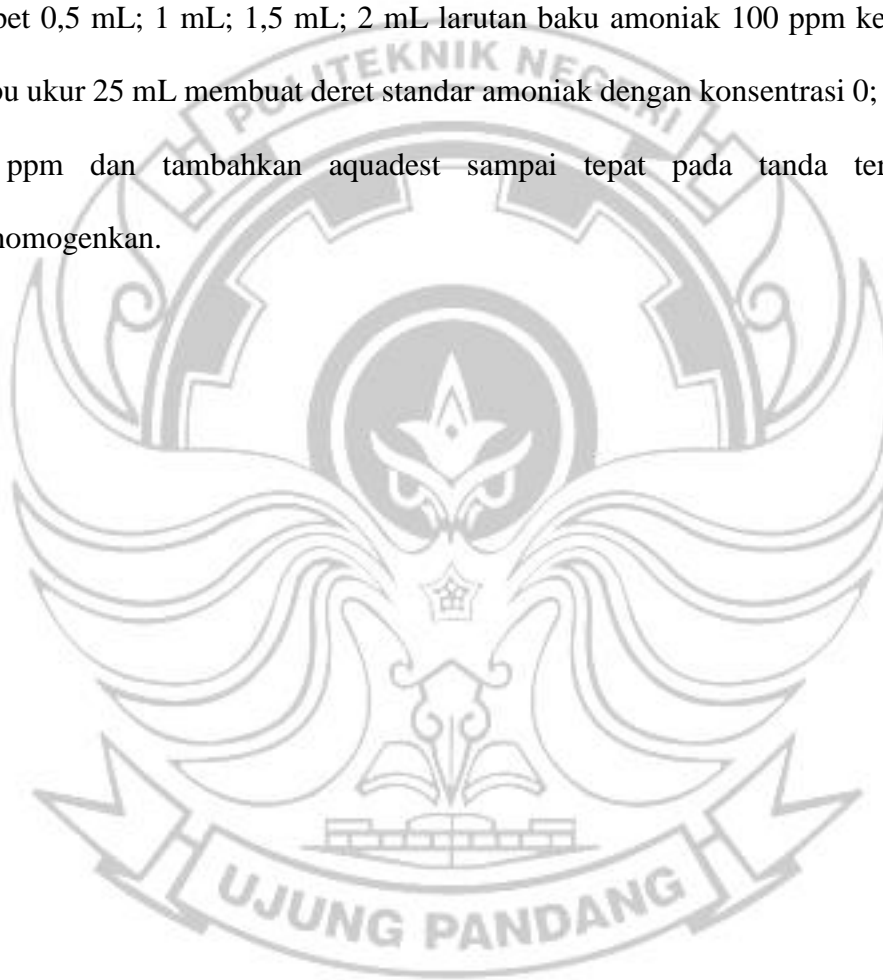
Larutkan 0,297 g ammonium klorida (telah dikeringkan pada suhu $100^\circ C$) dalam labu ukur 100 mL, dan encerkan dengan aquadest sampai tanda tera kemudian dihomogenkan.

7. Pembuatan Larutan Baku Amoniak 100 ppm

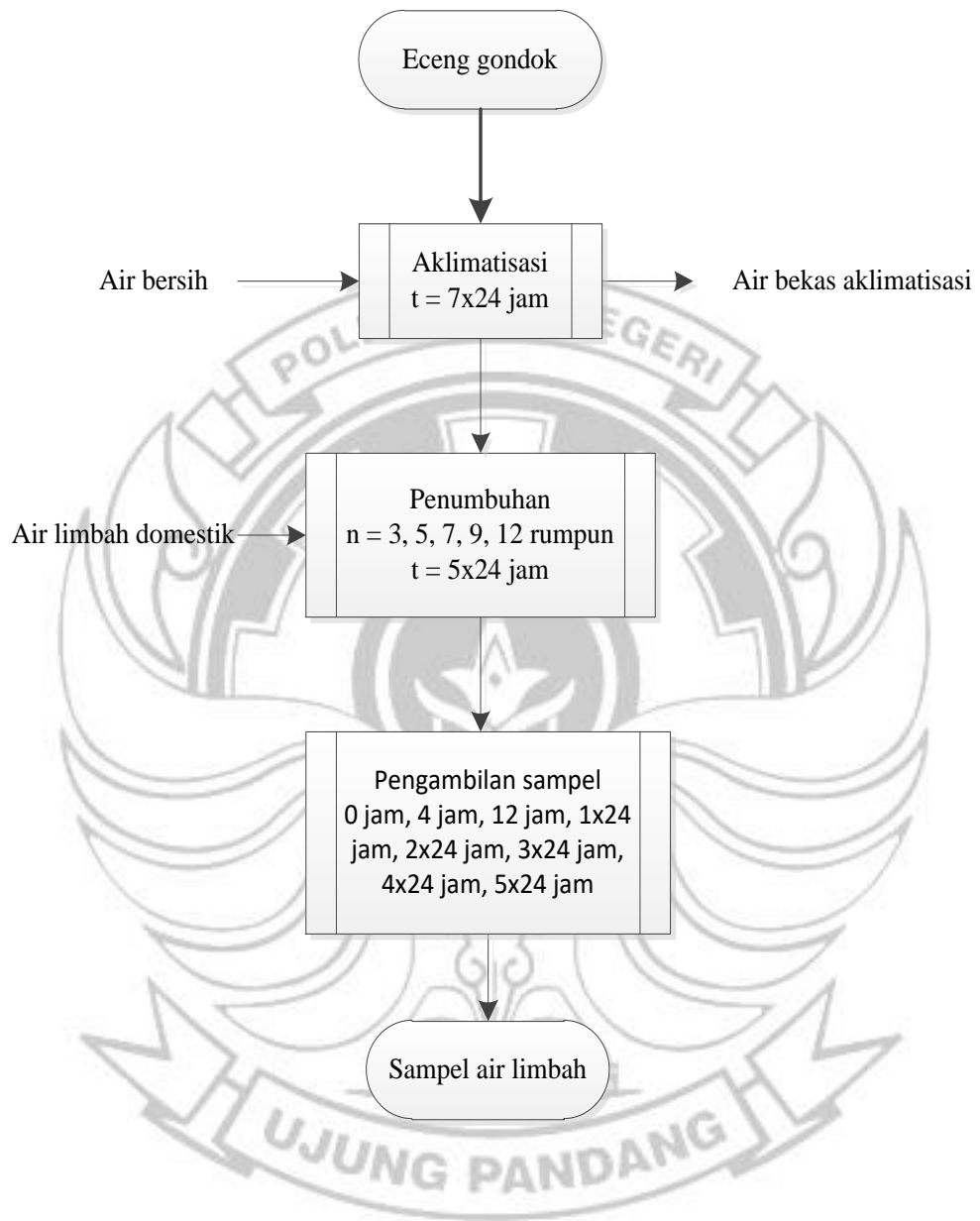
Pipet 10 ml larutan induk amoniak 1000 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan tambahkan aquadest sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.

8. Pembuatan Larutan Standar Amoniak

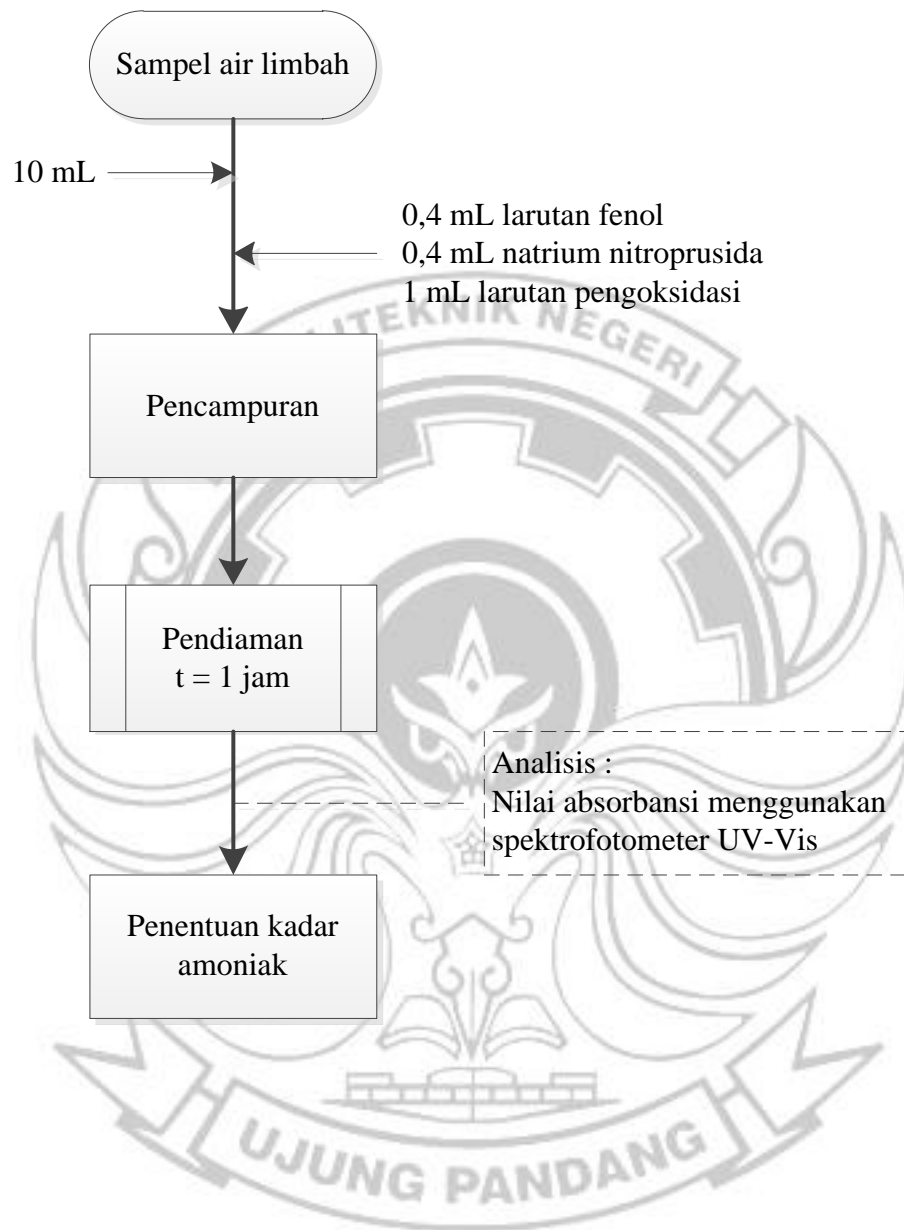
Pipet 0,5 mL; 1 mL; 1,5 mL; 2 mL larutan baku amoniak 100 ppm ke dalam labu ukur 25 mL membuat deret standar amoniak dengan konsentrasi 0; 2; 4; 6; 8 ppm dan tambahkan aquadest sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.



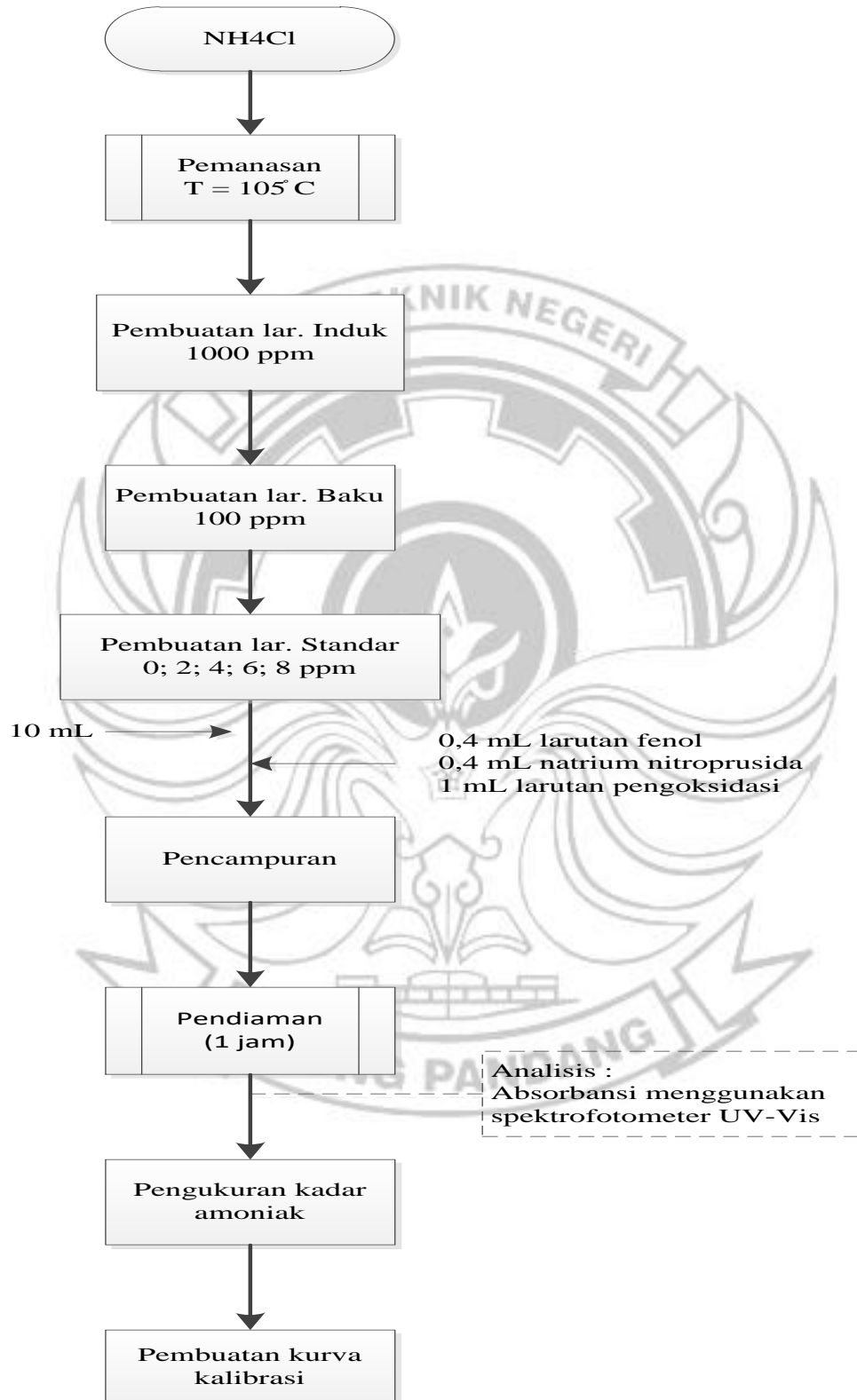
LAMPIRAN 3 DIAGRAM ALIR FITOREMEDIASI AMONIAK



LAMPIRAN 4 DIAGRAM ALIR PENGUJIAN SAMPEL



LAMPIRAN 5 DIAGRAM ALIR PEMBUATAN KURVA KALIBRASI



LAMPIRAN 6 PERHITUNGAN

1. Pembuatan Larutan Baku Amoniak 1000 ppm

$$C = 1000 \text{ ppm}$$

$$V = 100 \text{ mL} = 0.1 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NH}_4\text{Cl} &= \frac{C \times V \times \text{BM NH}_4\text{Cl}}{\text{Ar NH}_4} \\ &= \frac{1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \times 53,45 \frac{\text{g}}{\text{gmol}}}{18 \frac{\text{g}}{\text{gmol}}} \\ &= \frac{5345 \text{ mg}}{18} \\ &= 296,94 \text{ mg atau } 0,297 \text{ g} \end{aligned}$$

2. Pembuatan Deret Standar

- Larutan Standar 2 ppm

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$V_1 100 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \times 2 \text{ ppm}$$

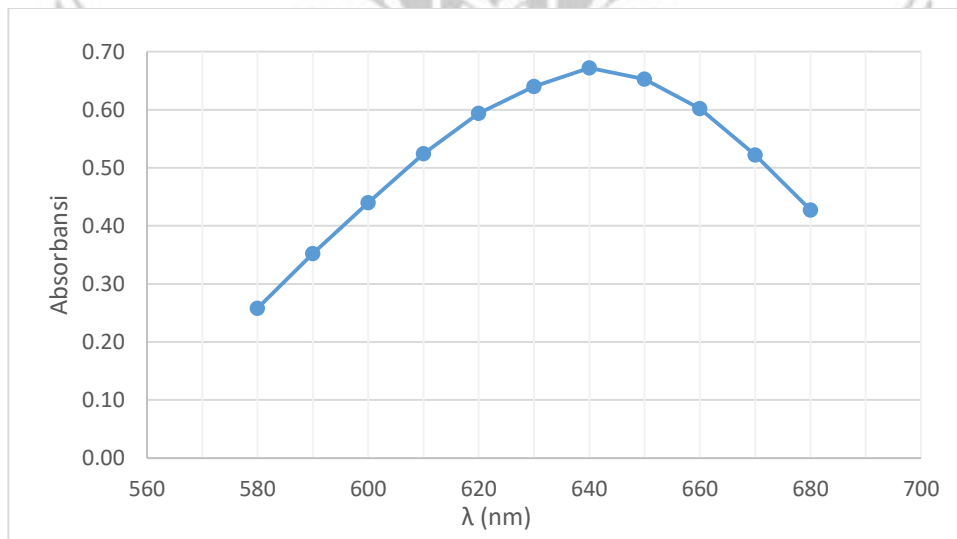
$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

- Untuk nilai selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah:

Konsentrasi (ppm)	Volume (mL)
2	0.5
4	1
6	1.5
8	2

3. Penentuan λ_{\max} menggunakan larutan standar dengan konsentrasi 6 ppm

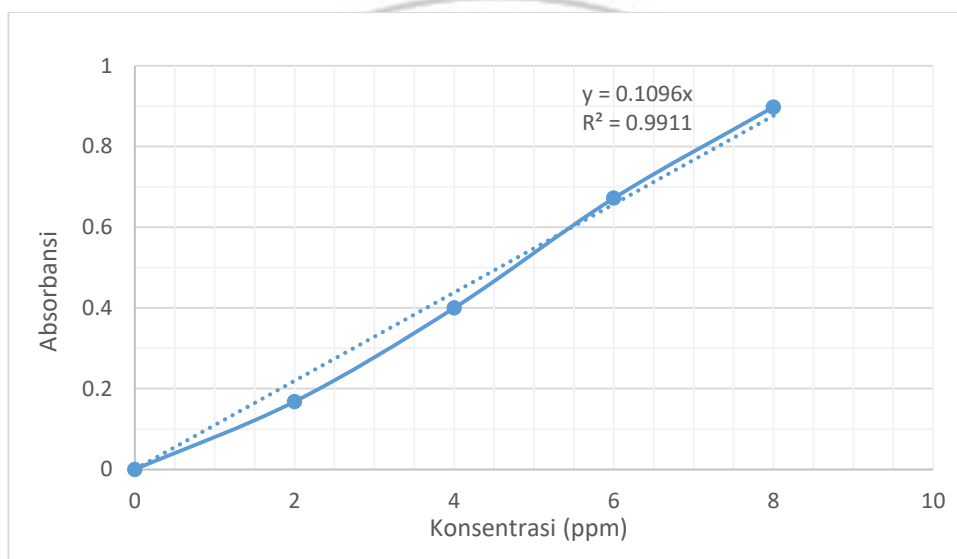
λ (nm)	Absorbansi
580	0,258
590	0,352
600	0,440
610	0,524
620	0,594
630	0,640
640	0,672
650	0,653
660	0,602
670	0,522
680	0,427



Berdasarkan data tersebut diperoleh λ_{\max} sebesar 640 nm dimana memiliki nilai absorbansi tertinggi yaitu 0,672

4. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
2	0.168
4	0.4
6	0.672
8	0.898



5. Data nilai absorbansi hasil pengujian sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Jumlah Rumpun	Waktu Kontak (Jam)	Absorbansi							
		0	4	12	1 x 24	2 x 24	3 x 24	4 x 24	5 x 24
3			1,445	1,001	0,670	0,412	0,126	0,108	0,156
5			1,440	0,916	0,584	0,196	0,102	0,100	0,135
7	1,449		1,412	0,848	0,515	0,176	0,101	0,093	0,133
9			1,323	0,748	0,492	0,141	0,080	0,078	0,109
12			1,190	0,741	0,384	0,134	0,078	0,076	0,094

6. Penentuan Konsentrasi Amoniak dalam Sampel

Dari kurva kalibrasi diperoleh persamaan garis:

$$y = 0,1096x$$

untuk mencari konsentrasi amoniak dalam sampel, maka:

- Sampel 0 jam:

$$\begin{aligned} y &= 0,1096x \\ 0,1096x &= 1,449 - 0 \\ x &= 13,221 \text{ ppm} \end{aligned}$$

- Untuk nilai konsentrasi amoniak selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.1

7. Penentuan Penurunan Kadar Amoniak (%)

$$\text{Penurunan Kadar Amoniak (\%)} = \frac{C_o - C_i}{C_o} \times 100\%$$

Keterangan: C_o = konsentrasi sebelum perlakuan yaitu 13,221 ppm

C_i = konsentrasi sesudah perlakuan

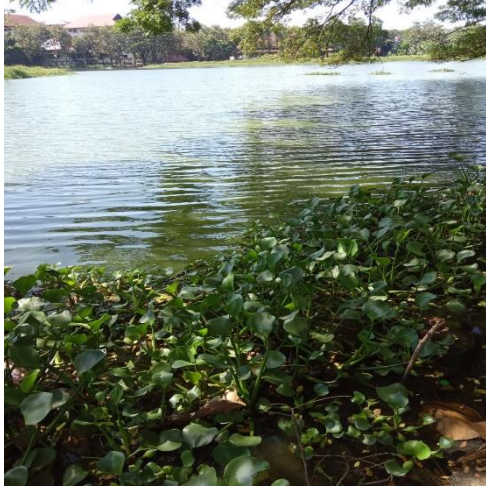
Sehingga, penurunan kadar amoniak (%) pada variasi 3 rumpun eceng gondok

$$\begin{aligned} \text{dengan waktu kontak 4 jam yaitu} &= \frac{(13,221 - 13,184) \text{ ppm}}{13,221 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 0,276 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah:

Jumlah Rumpun \ Waktu Kontak (Jam)	Penurunan Kadar Amoniak (%)						
	4	12	1 x 24	2 x 24	3 x 24	4 x 24	5 x 24
3	0,276	30,987	53,761	71,567	91,304	92,547	89,234
5	0,621	36,784	59,696	86,473	92,961	93,099	90,683
7	2,553	41,477	64,458	87,854	93,030	93,582	90,683
9	8,696	48,378	66,046	90,269	94,479	94,617	92,478
12	17,874	48,861	73,499	90,752	94,617	94,755	93,513

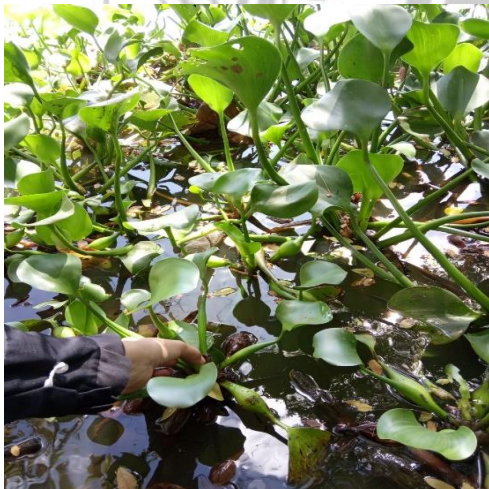
LAMPIRAN 7 FOTO KEGIATAN PENELITIAN



Tanaman eceng gondok di Danau UNHAS



Pengambilan tanaman eceng gondok oleh Irnawati



Pengambilan tanaman eceng gondok oleh Selsi



Membersihkan akar eceng gondok kemudian memasukkan ke wadah berisi air bersih (aklimatisasi)



Proses aklimatisasi selama 7 x 24 jam



1 x 24 jam setelah penambahan air limbah domestik



2 x 24 jam setelah penambahan air limbah domestik



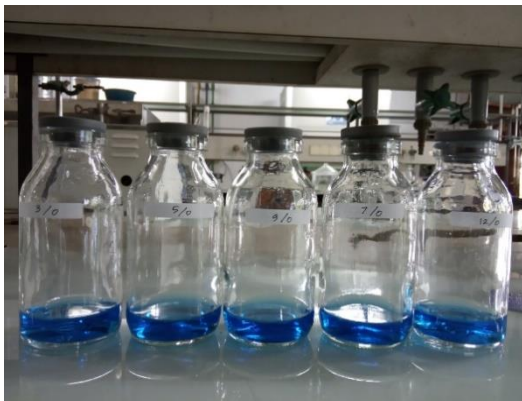
3 x 24 jam setelah penambahan air limbah domestik



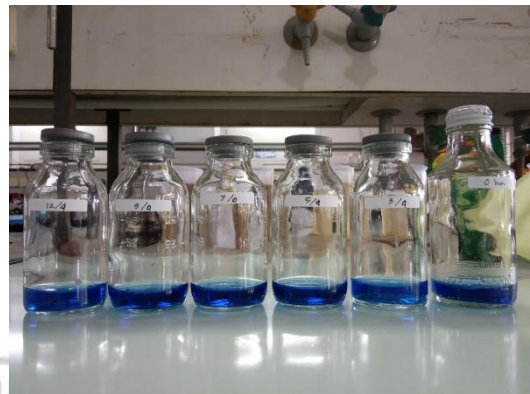
4 x 24 jam setelah penambahan air limbah domestik



5 x 24 jam setelah penambahan air limbah domestik



Sampel 0 jam



Sampel setelah 4 jam



Sampel setelah 12 jam



Sampel setelah 1 x 24 jam



Sampel setelah 3 x 24 jam



Sampel setelah 4 x 24 jam



Sampel setelah 5 x 24 jam





Proses pembuatan larutan standar dan pemipetan larutan sampel



Proses penambahan larutan pereaksi ke dalam sampel



Proses pengujian sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis



Proses pengujian sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis