

SKRIPSI

**BIOREMEDIASI DENGAN BAKTERI Nitrosomonas sp. DAN
Nitrobacter sp. TERHADAP PERAIRAN TERCEMAR LIMBAH
ORGANIK**

Disusun dan diajukan oleh:

SINDI HAPISHA

L211 15 303



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

SKRIPSI

**BIOREMEDIASI DENGAN BAKTERI Nitrosomonas sp. DAN
Nitrobacter sp. TERHADAP PERAIRAN TERCEMAR LIMBAH
ORGANIK**

Disusun dan diajukan oleh:

SINDI HAPISHA

L211 15 303



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**BIOREMEDIASI DENGAN BAKTERI *Nitrosomonas* sp. DAN *Nitrobacter* sp.
TERHADAP PERAIRAN TERCEMAR LIMBAH ORGANIK**

Disusun dan diajukan oleh

**SINDI HAPISHA
L211 15 303**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 27 Agustus 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

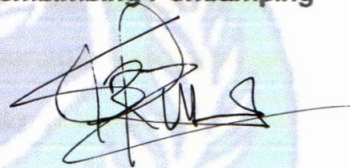
Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Khusnul Yagin, M.Sc

NIP. 19680726 199403 1 002

Pembimbing Pendamping



Dr. Sri Wahyuni Rahim S.T, M.Si

NIP. 19750915 200312 2 002



Ketua Program Studi

Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc

NIP. 19680106 199103 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sindi Hapisha

NIM : L211 15 303

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini karya tulisan saya yang berjudul

“ Bioremediasi dengan Bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. Terhadap Perairan Tercemar Limbah Organik”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 5 Oktober 2021

Yang menyatakan



Sindi Hapisha

PERNYATAAN AUTHORSHIP

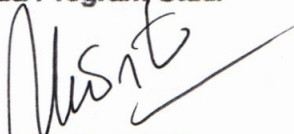
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sindi Hapisha
NIM : L211 15 303
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah satu seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 5 Oktober 2021

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Nadiarti M.Sc
NIP. 19680106 199103 2 001

Penulis



Sindi Hapisha
L211 15 303

ABSTRAK

Sindi Hapisha. L21115303. “Bioremediasi dengan Bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. terhadap Perairan Tercemar Limbah Organik” dibimbing oleh **Khusnul Yaqin** sebagai Pembimbing Utama dan **Sri Wahyuni Rahim** sebagai Pembimbing Anggota.

Penumpukan limbah organik berakibat fatal terhadap tercemarnya perairan Pantai Losari dan berdampak pada perubahan warna air menjadi hijau pekat dan berbau tidak sedap. Bau ini berasal dari gas amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S). Bakteri nitrifikasi berperan dalam mereduksi limbah organik sebagai nutrisi pertumbuhannya selama proses penguraian sehingga penelitian ini perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini dilakukan yaitu menentukan waktu pengamatan dan konsentrasi bakteri sebagai perlakuan yang efektif dengan menggunakan bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. dalam menyerap limbah organik di perairan Pantai Losari dengan proses bioremediasi. Penelitian ini dilakukan bulan September-Oktober 2020. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) empat perlakuan konsentrasi yaitu (0, 0.50 A, 0.75, dan 1 g/L) dengan empat kali pengulangan serta waktu pengamatan yaitu 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Analisis kadar amoniak dan hidrogen sulfida menggunakan metode spektrofotometer. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar amoniak pada pengamatan 24 jam menunjukkan nilai yang signifikan dengan nilai berkisar 0,051 ppm - 0,081 ppm dan pada pengamatan 48 jam dan 72 jam dengan nilai masing-masing yaitu 0.067 ppm – 0,074 ppm dan 0.066 ppm – 0.074 ppm menunjukkan nilai yang tidak signifikan. Sedangkan kadar amoniak pada konsentrasi 0 g/L (kontrol), 0.75 g/L (B) dan 1 g/L (C) menunjukkan nilai yang signifikan dengan nilai masing masing berkisar 0.068 ppm – 0.082 ppm, antara 0.055 ppm – 0.071 ppm, dan 0.051 ppm – 0.074 ppm. Pada konsentrasi 0.50 g/L (A) dengan nilai 0.063 ppm – 0.074 ppm menunjukkan nilai yang tidak signifikan. Hasil untuk analisis kadar hidrogen sulfida pada pengamatan 24 jam dan 72 jam menunjukkan nilai signifikan dengan rentang nilai 0.030 ppm – 0.035 ppm dan 0.030 ppm – 0.031 ppm, dan nilai yang tidak signifikan pada waktu 48 jam (0.030 ppm – 0.035 ppm). Sedangkan kadar hidrogen sulfida pada konsentrasi 0 g/L (kontrol), 0.75 g/L (B) dan 1 g/L (C) menunjukkan nilai yang signifikan dengan nilai masing masing 0.030 ppm – 0.031 ppm, 0.030 ppm – 0.035 ppm, dan 0.031 ppm – 0.035 ppm. Pada konsentrasi 0.050 g/L (A) dengan nilai 0.031 ppm – 0.035 ppm menunjukkan nilai yang tidak signifikan. Penelitian ini membuktikan bahwa bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. berperan dalam mengurai kadar amoniak (NH_3) pada sampel air Pantai Losari namun tidak efektif dalam mengurai hidrogen sulfida (H_2S).

Kata Kunci : Bioremediasi, Bakteri *Nitrosomonas*, Bakteri *Nitrobacter*, Amoniak, Hidrogen Sulfida, Perairan Losari

ABSTRACT

Sindi Hapisha. L21115303. "Bioremediation of *Nitrosomonas sp.* and *Nitrobacter sp.* bacteria on waters contaminated with organic waste" supervised by **Khusnul Yaqin** as the Principle Supervisor and **Sri Wahyuni Rahim** as the Co-Supervisor.

The waters of Losari Beach are currently in quite poor condition, seen from the color of the water and the smell of unpleasant odors. This odor comes from the accumulation of organic material such as plants and the remains of dead organisms that are not decomposed by bacteria such as ammonia (NH_3) and hydrogen sulfide (H_2S). One of the methods that can be used to break down organic waste is with the help of *Nitrosomonas sp.* and *Nitrobacter sp.* bacteria which can live in polluted waters. These bacteria carry out bioremediation by reducing organic waste as nutrients for growth during the decomposition process. This study aims to determine the observation time and concentration of bacteria as an effective treatment using *Nitrosomonas* and *Nitrobacter* bacteria in absorbing organic waste in the waters of Losari Beach with a bioremediation process. This research was conducted from September – Oktober 2020. This research is using experimental methods. This research design used was a Completely Randomized Design (CRD) four concentration treatments (0, 0.50, 0.75, and 1 g/L) with with four repetition and with 24 hours, 48 hours, and 72 hours observation. Analysis of ammonia and hydrogen sulfide levels using a spectrophotometer method. The results of the analysis of ammonia levels showed a significant value in the first 24 hours of observation (0.051 ppm - 0.081 ppm), and showed insignificant values in the 48 hours and 72 hours of observation with values respectively 0.067 ppm - 0.074 ppm and 0.066 ppm - 0.074 ppm. Meanwhile, ammonia levels at concentrations of 0 g/L (control), 0.75 g/L (B) and 1 g/L (C) showed significant values with values ranging from 0.068 ppm - 0.082 ppm, between 0.055 ppm - 0.071 ppm, and 0.051 ppm – 0.074 ppm. At a concentration of 0.50 g/L (A) with a value of 0.063 ppm – 0.074 ppm it shows an insignificant value. The results analysis of hydrogen sulfide levels at 24 hours and 72 hours showed a significant value with a value range of 0.030 ppm - 0.035 ppm and 0.030 ppm – 0.031 ppm, and an insignificant value at 48 hours 0.030 ppm - 0.035 ppm. Meanwhile the levels of hydrogen sulfide at concentrations of 0 g/L (control), 0.75 g/L (B) and 1 g/L (C) showed significant values with values of 0.030 ppm – 0.031 ppm, 0.030 ppm – 0.035 ppm, and 0.031 ppm – 0.035 ppm. At a concentration of 0.050 g/L (A) with a value of 0.031 ppm – 0.035 ppm, the value is not significant. This study proves that *Nitrosomonas sp.* and *Nitrobacter sp.* bacteria play a role in breaking down ammonia (NH_3) levels in Losari Beach water samples but were not effective in breaking down hydrogen sulfide (H_2S).

Keywords: Bioremediation, *Nitrosomonas* Bacteria, *Nitrobacter* Bacteria, Ammonia, Hydrogen Sulfide, Losari Water

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan oleh penulis berkat bantuan, dukungan dan doa dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc sebagai dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Utama penelitian atas segala arahan dan masukan kepada penulis hingga selesainya penelitian ini.
2. Dr. Sri Wahyuni Rahim, ST, M.Si selaku dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu membimbing penulis dari awal perancangan penelitian hingga selesainya penelitian ini.
3. Dr. Ir. Basse Siang Parawansa, M.P, dan Dwi Fajriyati Inaku, S. Kel, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan-masukan mengenai penelitian ini.
4. Kepada Ayahanda Ramli, Ibunda Fatmawati Lodi, Saudara-saudara saya Chintia Seftiani, M. Fauzi, Naisyila Mutmainnah beserta keluarga dekat yang lain atas segala doa dan dukungan yang tak henti-hentinya baik secara moril dan materil.
5. Kemenristekdikti yang telah memberikan biaya bantuan pendidikan (bidikmisi) dari semester awal sampai semester 8.
6. Seluruh staf pengajar Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh staf Departemen Perikanan dan kemahasiswaan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang membantu penyelesaian berkas administrasi.'
8. Teman-teman angkatan MSP 2015 yang senantiasa memberikan semangat dan doa dalam melakukan penelitian.
9. Sahabat terbaik saya di grup Istiqomah yang setia menemani saya dan membantu dalam segala hal dari awal perkuliahan sampai selamanya
10. Nirwana sebagai teman seperjuangan PKL yang selalu setia mendengar keluh kesah penulis
11. Amelia Wahdani, Ripatun Kusnul Khotimah, Feby Asni Rahmadani, Ulfa Islamiyah, Ramli, Muhammad Akbar, SURIANTO, dan Wahyuni yang setiap hari selalu memberi semangat untuk penulis dan membantu dalam menyelesaikan penelitian
12. Teman-teman vampayer yang telah menjadi saudara di perantauan, dari awal perkuliahan, tempat curhat, teman makan yang siap sedia membantu dalam menghadapi setiap masalah

13. Teman-teman seperjuangan tahap akhir Farra Atiqha, Evy Rahmatia, dan Mutmainnah, Maspiah yang sudah membantu dalam proses analisis selama di Laboratorium, asistensi dan mempersiapkan berkas administrasi.
14. Keluarga Besar IKAB Unhas yang selalu memberi motivasi dari awal perkuliahan dan menjadi teman organisasi selama perkuliahan
15. Semua pihak yang turut membantu selama pelaksanaan penelitian ini yang tidak tuliskan namanya tetapi tetap terkenang dalam hati.

Skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan sehingga penulis masih membutuhkan saran dan kritik dari semua pihak yang membaca tulisan ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menjadi acuan penelitian baik untuk penelitian selanjutnya dan dapat berguna.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan limpahan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Bioremediasi dengan Bakteri Nitrosomonas sp. dan Nitrobacter sp. terhadap Perairan Tercemar Limbah Organik”**. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW. sebagai panutan dan teladan dalam bersikap yang telah mengangkat derajat manusia dengan ilmu dan islam. Selama mengerjakan skripsi sangat banyak pihak yang meluangkan waktu menjadi tempat konsultasi dan memberi ide sehingga saya bisa fokus dan semangat mengerjakan skripsi.

Penelitian ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Penelitian ini juga dilakukan sebagai bentuk keresahan penulis terhadap isu pencemaran limbah organik di perairan Pantai Losari sehingga menimbulkan bau busuk dan terjadi perubahan warna perairan dari warna perairan pada umumnya. Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan (Agustus–Oktober 2020), pengambilan sampel air dilakukan di Anjungan Pantai Losari, Kota Makassar, Sulawesi Selatan dan analisis sampel di Laboratorium Kualitas air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Adapun sumber dana dalam penelitian ini berasal dari dana pribadi penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk kesempurnaan pengerjaan penelitian ini kedepannya.

Sindi Hapisha



BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Makale, Kecamatan Mengkendek, Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja pada tanggal 19 Februari 1998. Penulis tinggal di Dusun Leme, Desa Patongloan, Kecamatan Baroko, Kabupaten Enrekang. Anak pertama dari 3 bersaudara yang merupakan putri dari pasangan ayahanda Ramli dan ibunda Fatmawati Lodi. Tahun 2009 penulis lulus dari SDN 238 Inpres Garotin, Kabupaten Tana Toraja, setelah itu penulis Smp negeri 5 Alla dan selesai di SMP PPM Tana Toraja pada tahun 2012, dan tahun 2015 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Alla yang sekarang telah berubah nama menjadi SMA Negeri 3 Enrekang. Pada tahun yang sama penulis berhasil diterima di Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan berkesempatan menjadi penerima Bidikmisi.

Selama menjalani studi sebagai mahasiswa, penulis aktif pada kegiatan-kegiatan organisasi Ikatan Keluarga Mahasiswa Bidikmisi (IKAB), Koperasi Mahasiswa Unhas (KOPMA) dan Keluarga Mahasiswa Profesi Manajemen Sumber Daya Perairan (KMP MSP). Penulis juga pernah menjadi asisten di mata kuliah Avertebrata Air, Ikhtiologi Ikan, dan Planktonologi pada Prodi Manajemen Sumberdaya Perairan. Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN Bakti Negara) di Desa Laiyolo, Kecamatan Bontosikuyu, Kabupaten Selayar gelombang 99 Tahun 2018. Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Pelabuhan Perikanan (PP) Untia, Perkampungan Nelayan, Kelurahan Untia, Kecamatan Biringkanaya, Makassar.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Kondisi Pesisir Kota Makassar	3
B. Perairan Pantai Losari.....	4
C. Limbah Organik.....	5
D. Bioremediasi	6
E. Bakteri Pengurai (Nitromonas dan Nitrobacter)	7
F. Amoniak (NH ₃)	7
G. Hidrogen Sulfida (H ₂ S).....	10
H. Parameter Kualitas Air	11
1. Oksigen Terlarut	11
2. pH (Derajat keasaman)	11
3. Salinitas	11
4. Suhu	11
III. METODE PENELITIAN	12
A. Waktu dan Tempat.....	12
B. Alat dan Bahan	12
C. Metode Penelitian	13
1. Uji Pendahuluan.....	13
2. Persiapan Awal	13
3. Pengambilan Sampel Uji.....	13
4. Pelaksanaan Penelitian.....	14
5. Desain eksperimen	14
6. Pengukuran Kadar Amoniak (NH ₃), Hidrogen Sulfida (H ₂ S), Oksigen Terlarut (DO), pH, Suhu dan Salinitas pada Sampel Air Pantai Losari	15
D. Analisis Data	15
IV. HASIL	16
A. Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃).....	16
1. Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃) Pada Waktu 24 Jam	16
2. Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃) pada Waktu 48 jam	16

3.	Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃) pada Waktu 72 jam.....	17
4.	Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃) pada Konsentrasi 0 g/L.....	18
5.	Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃) pada Konsentrasi 0.5 g/L.....	18
6.	Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃) pada Konsentrasi 0.75 g/L.....	19
7.	Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃) pada Konsentrasi 1 g/L.....	20
A.	Pengamatan Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	20
1.	Pengamatan Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Waktu 24 Jam.....	20
2.	Pengamatan Kadar Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Waktu 48 Jam	21
3.	Pengamatan Kadar Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada waktu 72 Jam	22
4.	Pengamatan Kadar Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Konsentrasi 0 g/L	23
5.	Pengamatan Kadar Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Konsentrasi 0.5 g/L ...	23
6.	Pengamatan Kadar Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Konsentrasi 0.75 g/L .	24
7.	Pengamatan Kadar Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Konsentrasi 1 g/L	25
8.	Parameter Kualitas Air	25
V.	PEMBAHASAN.....	27
A.	Pengamatan Kadar Amoniak (NH ₃).....	27
B.	Pengamatan Kadar Hidrogen Sulfida (H ₂ S).....	29
C.	Parameter Kualitas Air	30
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN	32
A.	Kesimpulan	32
B.	Saran	32
	DAFTAR PUSTAKA	33
	LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Alat.....	12
2. Bahan.....	13
3. Data hasil pengukuran kualitas air 24 jam	25
4. Data hasil pengukuran kualitas air 48 jam	26
5. Data hasil pengukuran kualitas air 72 jam	26
6. Hasil uji One Way Amoniak (NH ₃) pada Waktu Pengamatan 24 jam	57
7. Hasil uji One Way Amoniak (NH ₃) pada Waktu Pengamatan 48 jam	58
8. Hasil uji One Way Amoniak (NH ₃) pada Waktu Pengamatan 72 jam	58
9. Hasil uji One Way Amoniak (NH ₃) pada Konsentrasi 0 g/L	58
10. Hasil uji One Way Amoniak (NH ₃) pada Konsentrasi 0.50 g/L	58
11. Hasil uji One Way Amoniak (NH ₃) pada Konsentrasi 0.75 g/L.....	59
12. Hasil uji One Way Amoniak (NH ₃) pada Konsentrasi 1 g/L	59
13. Hasil uji One Way Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Waktu Pengamatan 24 jam	45
14. Hasil uji One Way Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Waktu Pengamatan 48 jam	59
15. Hasil uji One Way Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Waktu Pengamatan 72 jam	46
16. Hasil uji One Way Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Konsentrasi 0 g/L	46
17. Hasil uji One Way Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Konsentrasi 0.50 g/L	46
18. Hasil uji One Way Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Konsentrasi 0.75 g/L	61
19. Hasil uji One Way Hidrogen Sulfida (H ₂ S) pada Konsentrasi 1 g/L	61

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Transformasi siklus nitrogen di kolam budidaya (Rijn et al., 1996).....	8
2. Siklus Nitrogen (Sitaresmi, 2002)	9
3. Siklus Sulfurifikasi (Widyaningsih, 2013).	10
4. Peta Lokasi Pantai Losari	12
5. Desain Percobaan.....	14
6. Perbedaan rata-rata kadar amoniak (NH_3) pada pengamatan 24 jam yang didapatkan dari setiap perlakuan	16
7. Perbedaan rata-rata kadar amoniak (NH_3) pada pengamatan 48 jam yang didapatkan dari setiap perlakuan	17
8. Perbedaan rata-rata kadar amoniak (NH_3) pada pengamatan 72 jam yang didapatkan dari setiap perlakuan	17
9. Perbedaan rata-rata kadar hidrogen sulfida (H_2S) pada pengamatan 24 jam yang didapatkan dari setiap perlakuan	21
10. Perbedaan rata-rata kadar hidrogen sulfida (H_2S) pada pengamatan 48 jam yang didapatkan dari setiap perlakuan	22
11. Perbedaan rata-rata kadar hidrogen sulfida (H_2S) pada pengamatan 72 jam yang didapatkan dari setiap perlakuan	22
12. Gambaran lokasi pengambilan sampel air limbah Pantai Losari	42
13. Proses pengambilan sampel air limbah Pantai Losari.....	42
14. Proses pengukuran kualitas air	42
15. Sampel yang dianalisis menggunakan metode spektrofotometer.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Metode Uji	39
2. Dokumentasi	42
3. Tabel	43

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perairan Pantai Losari merupakan salah satu objek wisata yang sangat terkenal dan sering dikunjungi ketika berada di Kota Makassar. Kondisi perairan Pantai Losari saat ini menjadi perhatian masyarakat dikarenakan berbau busuk dan warna perairan menjadi hijau pekat. Warna perairan yang tidak seperti warna perairan pada umumnya merupakan dampak besar dari tercemarnya perairan Pantai Losari. Selain itu, terdapat banyak sampah yang berserakan dan menimbulkan bau busuk akibat penumpukan limbah akibat tidak terurai oleh bakteri. Kondisi perairan Pantai Losari juga menjadi keresahan masyarakat karena tidak adanya sumber penghasilan masyarakat yang bergantung hidupnya pada hasil perikanan. Semakin baik kualitas perairan maka semakin banyak pula kuantitas hasil laut yang diperoleh.

Tingkat pencemaran limbah berasal dari limbah yang berbahan plastik, kertas, sisa makanan yang dihasilkan oleh padatnya aktifitas masyarakat dengan memanfaatkan pinggiran Pantai Losari sebagai sumber pendapatan. Bahan organik merupakan kumpulan dari sisa-sisa makanan, tumbuhan atau hewan yang terurai oleh dekomposer atau kumpulan dari senyawa organik yang mengalami proses pembusukan oleh bakteri dan bermanfaat bagi kehidupan fitoplankton di dalam perairan (Supriyantini *et al.*, 2017). Limbah organik dan anorganik yang menumpuk di dasar perairan menimbulkan bau tidak sedap yang disebabkan oleh amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S) yang tidak terurai bakteri sehingga berpengaruh pada aktifitas masyarakat dan jika dihirup secara berlebihan oleh manusia dapat mengganggu organ pernafasan.

Meningkatnya kadar senyawa di perairan secara berlebihan dapat mengakibatkan tingginya kasus pencemaran. Penyebab tingginya kandungan nitrogen di suatu perairan disebabkan oleh limbah domestik yang dapat meningkatkan kelimpahan plankton serta dapat menyebabkan keracunan bagi organisme perairan. Meningkatnya kasus pencemaran di perairan Kota Makassar akibat adanya pertemuan 2 aliran sungai besar yakni sungai Jenneberang dan sungai Tallo serta kanal dan drainase kota yang bermuara ke perairan Pantai Kota Makassar (Yulius & Taslim, 2004). Wilayah yang lebih rendah di Kota Makassar menjadi daerah yang berpotensi tergenang air atau terjadi banjir pada musim hujan dikarenakan padatnya bangunan masyarakat sehingga berakibat perairan tercemar akibat limbah.

Proses bioremediasi merupakan proses penguraian limbah organik atau anorganik dalam jumlah yang besar secara biologi dengan bantuan mikroorganisme (bakteri) dan dilakukan secara teratur juga ramah lingkungan dengan tujuan

mengontrol dan mengurangi kandungan bahan pencemar yang ada dalam suatu perairan (Suryani, 2011). Pada proses bioremediasi tersebut dibutuhkan bakteri yang dapat beradaptasi di lingkungan yang telah tercemar bahkan yang telah menimbulkan bau busuk seperti bakteri *Nitromonas* dan *Nitrobacter*. Menurut Sulistyorini & Munawar (2011). Faktor yang mempengaruhi tingkat efektif bioremediasi yaitu kebutuhan nutrisi dalam menunjang aktifitas dan pertumbuhan bakteri. Bakteri nitrifikasi dapat mengubah amoniak menjadi nitrat sebagai sumber makanan di perairan dan memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton.

Menurut Yaqin (2019), akibat pembangunan yang hanya diorientasikan untuk kepentingan manusia tanpa memperdulikan flora-fauna di perairan seharusnya masyarakat dapat mengubah pola pikir menjadi paradigma ekologis dengan memperhatikan habitat flora-fauna. Penelitian ini dilakukan untuk melihat proses bioremediasi dengan menggunakan bakteri pengurai untuk mengurai amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S) sebagai penyebab bau busuk dan warna hijau pekat di perairan Pantai Losari. Adapun fungsi dari bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. yaitu untuk mengurai senyawa amoniak menjadi nitrit, kemudian senyawa nitrit diubah menjadi senyawa nitrat yang dibutuhkan organisme dalam perairan (Herdianti *et al.*, 2015). Bakteri ini dapat mereduksi limbah organik disebabkan oleh amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S) menjadi nutrisi pertumbuhannya selama proses penguraian limbah.

B. Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini dilakukan yaitu menentukan perlakuan yang efektif menggunakan bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. dengan konsentrasi berbeda dalam mengurai limbah organik yang disebabkan oleh gas amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S) di perairan Pantai Losari.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi terkait manfaat dari bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. sebagai pengurai polutan pada proses bioremediasi limbah organik di perairan Pantai Losari yang disebabkan oleh gas amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kondisi Pesisir Kota Makassar

Kota Makassar merupakan salah satu kota yang sangat terkenal dan terletak di provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki daerah pesisir dengan garis pantai sepanjang ± 32 km. Ibu Kota Provinsi Sulawesi Selatan yaitu Kota Makassar yang terletak di bagian Selatan Pulau Sulawesi yang dahulu disebut Ujung Pandang, terletak antara $119^{\circ}24'17'38''$ Bujur Timur dan $5^{\circ}8'6'19''$ Lintang Selatan (BPS, 2018). Secara tofografi bagian Barat ke arah Utara Kota Makassar relatif rendah dekat dengan pesisir pantai. Perairan Pantai Losari salah satu pesisir yang berada di Kota Makassar dan paling sering dimanfaatkan sebagai pusat perekonomian. Menurut Ruslin (2017), perekonomian Kota Makassar sangat berkembang pesat dengan adanya pembangunan dan pengembangan kota dari adanya perumahan, rumah sakit, hotel berbintang, industri, objek wisata dan berbagai jenis usaha yang terus didirikan. Hal inipun berdampak pada penyempitan wilayah akibat padatnya masyarakat yang menetap di Kota Makassar dan rusaknya ekosistem perairan.

Berkembang pesatnya perekonomian di sekitar pesisir Kota Makassar dan padatnya aktifitas masyarakat juga berdampak pada penumpukan berbagai limbah di dasar perairan. Penumpukan limbah akan berpengaruh besar terhadap terganggunya kelangsungan hidup biota di dalam perairan (Agustiningsih *et al.*, 2006). Kerusakan ekosistem sumberdaya perikanan, kualitas objek wisata akan sangat berdampak pada masyarakat yang sering berkunjung dan jika terhirup secara terus menerus dapat merusak saluran pernafasan. Tingginya pencemaran yang terjadi di perairan mengakibatkan kerusakan ekosistem dan berdampak pada biota yang hidup di perairan dan pendapatan masyarakat sekitar pesisir. Menurut (Bengen, 2002), dalam menanggulangi pencemaran yang disebabkan oleh berbagai jenis limbah dari berbagai sumber tidak hanya dilakukan di kawasan pesisir saja melainkan bisa dimulai dari sumber dampaknya. Perlu diperhatikan pengelolaan yang baik antara keterkaitan wilayah pesisir dengan daratan demi lestarnya keseimbangan ekosistem di lautan maupun daratan.

Pencemaran juga berasal dari kebiasaan masyarakat yang turun-temurun menjadikan perairan tempat membuang sampah (Susmarkanto, 2002). Pencemaran perairan merupakan masuknya zat-zat yang bersifat toksik yang berbahaya bagi organisme dan apabila masuk ke dalam tubuh manusia secara berlebihan dapat berbahaya bagi organ dalam tubuh. Pengaruh buruk dari pencemaran perairan disekitar pesisir dapat mengakibatkan banjir, keracunan ikan atau organisme perairan, sedimentasi, *eutrofication*, *anoxia* (kekurangan oksigen), rusaknya rantai makanan dan

keberadaan organisme asing di perairan. Bahan pencemar terdiri dari bahan pencemar organik, senyawa anorganik, dan zat radioaktif (Dahuri, 2001). Setiap penanggung jawab usaha atau kegiatan bertugas dalam pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran perairan dengan mencegah dan menanggulangi terjadinya pencemaran dan tidak membuang limbah ke air atau sumber air wajib (PP Nomor 81, 2001). Peraturan ini seharusnya jadi patokan masyarakat serta pengelola industri dan berbagai macam wirausaha di sepanjang garis pantai Kota Makassar seharusnya sadar dengan tidak membuang limbah ke badan perairan. Untuk menjaga ekosistem seharusnya perlu kesadaran dari masyarakat demi keberlangsungan lingkungan perairan di masa depan serta keseimbangan ekologis di pesisir Kota Makassar khususnya di perairan Pantai Losari.

B. Perairan Pantai Losari

Pertambahan jumlah penduduk usaha dan menjadikan wilayah pesisir semakin sempit sehingga untuk mengatasi lahan tersebut dilakukan reklamasi. Adapun dampak positif dari diadakannya reklamasi yaitu penambahan lahan yang dapat menguntungkan secara ekonomi dan dijadikan objek wisata. Namun dengan adanya reklamasi memberikan dampak buruk bagi penduduk di sekitar pesisir yang bergantung kepada hasil laut dan rusaknya ekosistem di perairan yang berdampak pada kehidupan flora-fauna (Hasnani, 2015). Bentuk campur tangan manusia dalam pengelolaan reklamasi dengan tujuan penambahan wilayah dan berdampak terjadinya sedimentasi pantai serta berpotensi terjadinya banjir.

Menurut Jaya *et al.*, (2012), perubahan lingkungan terutama baku mutu perairan di Pantai Losari dikategorikan tercemar, dimana sebelum dan sesudah reklamasi perubahan baku mutu parameter fisika mengalami perubahan kearah kategori negatif sedangkan parameter kimia perairan Losari sebelum dan sesudah reklamasi mengalami perubahan kearah kategori negatif. Pemerintah Kota Makassar saat ini memprioritaskan pembangunan ke arah pesisir dikarenakan pembangunan Kota Makassar di daratan sudah sangat padat. Saat ini sedang berlangsung pembangunan masjid 99 kubah dan kawasan CPI yang menimbun sekitar 22 juta meter kubik menjadi daratan buatan (Ruslin, 2017). Hal ini sangat berpengaruh terhadap menurunnya kualitas dan kuantitas di perairan Pantai Losari seperti biota laut ikan, kerang, dan kepiting yang biasanya menjadi sumber mata pencaharian nelayan akibat tercemar bahan logam berat dan limbah organik.

Kawasan pesisir di sekitar anjungan Pantai Losari merupakan ruang publik yang paling terkenal dari Kota Makassar dengan berkembang pesatnya pembangunan maka berdampak pada padatnya masyarakat yang menetap atau yang sering

berkunjung di sekitar Pantai Losari. Pantai Losari sebagai objek wisata yang paling sering dikunjungi karena terletak di pusat kota lama Makassar dan dekat dengan daerah Sombaopu yang terkenal dengan pusat perbelanjaan khas dari Kota Makassar. Permasalahan besar Pantai Losari saat ini yaitu warna hijau pekat perairan dan bau busuk yang berasal dari penumpukan sampah organik maupun sampah anorganik yang berada di dasar perairan.

C. Limbah Organik

Padatnya kegiatan masyarakat yang berlangsung di sepanjang pesisir laut tentu berdampak pada limbah yang dihasilkan. Ekosistem di wilayah pesisir sangat bernilai ekonomis terhadap kehidupan masyarakat, namun kebiasaan masyarakat yang masih membuang sampah di sekitar pesisir akan berdampak negatif pada kualitas dan kuantitas perairan. Bahan organik merupakan sumber nutrient yang sangat penting dan dibutuhkan oleh organisme perairan untuk berkembang biak di dalam perairan dan melimpah pada semua makhluk hidup, senyawa karbon adalah sumber energi bagi semua organisme (Effendi, 2003). Bahan organik berfungsi sebagai pendukung kehidupan fitoplankton di perairan dan membantu menyediakan nutrient di perairan yang menjadi perairan tidak tercemar dan bermanfaat bagi organisme di dalam air (Marwan *et al.*, 2015).

Proses penguraian sisa-sisa organisme mati dan buangan berbagai jenis limbah diurai oleh bakteri menjadi zat hara apabila tersedianya bahan organik total dari perairan itu sendiri (Ulqodry *et al.*, 2010). Keberadaan unsur hara merupakan sangat berpengaruh terhadap perkembangan hidup organisme serta berperan dalam proses fotosintesis. Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi dan sangat dibutuhkan oleh organisme di dalam perairan. Senyawa organik dan senyawa anorganik yang masuk ke dalam perairan secara berlebihan akan berdampak buruk pada kerusakan ekosistem dan organisme di perairan.

Limbah organik berasal dari sisa tumbuhan atau biota yang sudah mati dan tidak terurai oleh bakteri. Bahan organik di perairan yang tidak terurai oleh bakteri akan menjadi limbah organik dan menimbulkan bau yang tidak sedap dan warna perairan akan berubah menjadi pekat. Kandungan limbah organik di perairan akan mengalami peningkatan akibat buangan dari limbah industri, rumah tangga, dan usaha kuliner. Keadaan ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air baik di lingkungan pantai maupun laut. Keberadaan bakteri dalam perairan akan sangat berperan besar dikarenakan akan berfungsi sebagai dekomposer yang mengurai material organik maupun anorganik. Tidak ada input oksigen maka bakteri *Nitrosomonas sp.* dan

Nitrobacter sp. akan mati pada proses dekomposisi aerobik (Yaqin, 2019). Semakin tinggi *biological oxygen demand* (BOD) dalam perairan maka semakin tinggi pula kandungan bahan organik perairan tersebut.

D. Bioremediasi

Bioremediasi merupakan suatu penguraian kontaminan beracun dengan menggunakan mikroorganisme (jamur dan bakteri) yang dapat mereduksi beberapa bahan pencemar. Tata cara dalam pengelolaan limbah minyak bumi dan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi dilakukan secara biologis atau secara bioremediasi yang dilakukan dengan penggunaan mikroba lokal (KEPMEN LH Nomor 128, 2003). Teknik Bioremediasi dilakukan dengan menggunakan material biologis seperti tumbuhan maupun mikroba dan keunggulannya antara lain ramah lingkungan dan mampu membersihkan bahan pencemar dan mengurangi penggunaan bahan kimia yang ada pada suatu perairan. Pemerintah Indonesia memiliki aturan dan standar baku bioremediasi dalam mengurai bahan pencemar yang dinilai cukup efektif, efisien, ekonomis dan ramah lingkungan serta alternatif yang cukup menjanjikan. Untuk membersihkan lingkungan perairan yang tercemar yang ditimbulkan oleh organisme atau tumbuhan yang telah mati, bahan makanan, logam berat, hidrokarbon, pestisida maupun zat radioaktif dilakukan teknik bioremediasi (Yazid, 2007).

Peningkatan kualitas air pada saat proses bioremediasi bergantung pada biomassa bakteri yang digunakan dan kandungan bahan organik (Miftahussalam, 2014). Pada saat proses penguraian berlangsung, bakteri menghasilkan senyawa yang mengubah senyawa kimia menjadi tidak kompleks sehingga menjadi tidak beracun dan tidak menimbulkan bau (Priadie, 2012). Salah satu upaya untuk menurunkan kandungan limbah organik di perairan Pantai Losari adalah dengan melakukan pendekatan biologis menggunakan bakteri nitrifikasi yang mampu bertahan hidup di perairan ini. Pada proses bioremediasi demi keberlangsungan hidup bakteri nitrifikasi memanfaatkan limbah organik yang terkandung pada perairan Pantai Losari. Menurut Herdianti *et al.*, (2015), untuk menciptakan kualitas air kolam budidaya dengan menggunakan metode biologi bakteri nitrifikasi yang dapat mengurai amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S). Prinsip penggunaan bakteri nitrifikasi yaitu mengkonversi limbah organik menjadi *biological flocks* yang dapat dikonsumsi udang vanname dan untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri memerlukan karbon dan oksigen. Aktivitas industri maupun rumah tangga dalam kurun waktu lama dapat menyebabkan terjadinya akumulasi yang dapat menyebabkan dampak secara tidak langsung, diantaranya menurunkan kandungan oksigen terlarut dan memicu terjadinya proses eutrofikasi (Manengkey, 2010). Oleh karena itu, pada penelitian ini

pendekatan biologis yang dilakukan dalam menurunkan kadar amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S) di perairan Pantai Losari yaitu menggunakan bakteri *Nitrosomonas sp.* dan *Nitrobacter sp.*

E. Bakteri Pengurai (Nitromonas dan Nitrobacter)

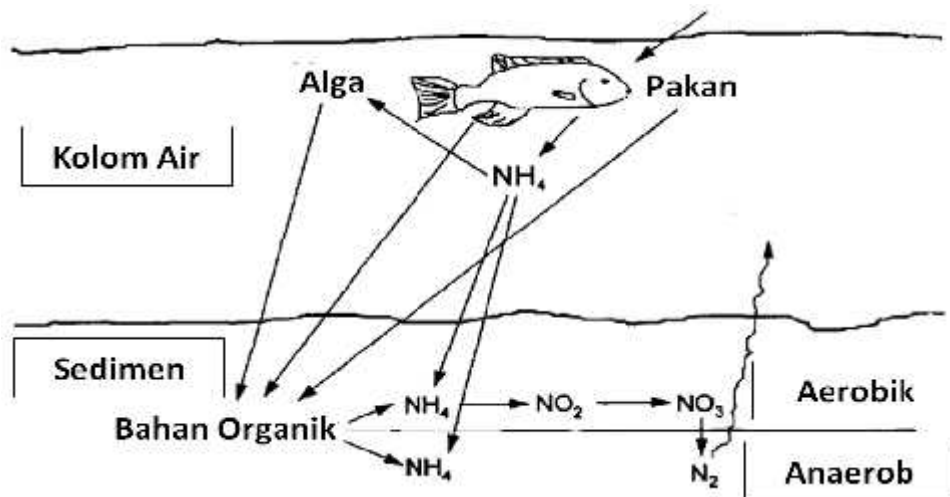
Bakteri sangat berperan penting dalam mengurai sampah yang berasal dari buangan masyarakat baik dari limbah organik maupun anorganik. Penerapan mikroorganisme atau bakteri sangat menguntungkan karena mampu mendegradasi bahan organik, mereduksi penyakit dan membantu mempercepat proses siklus nitrogen (Moriaty, 1984). Pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme atau bakteri tergantung pada kondisi lingkungan perairan. Menurut Hardjowigeno (2015), senyawa nitrogen yang berlebihan dapat mempercepat proses dekomposisi limbah organik begitupun sebaliknya senyawa nitrogen yang sedang memperlambat proses dekomposisi. Kadar nitrogen juga dapat mempengaruhi keberadaan mikroba di perairan. Bakteri nitrifikasi sangat berperan penting dalam meningkatkan kandungan bahan organik dan menyuplai unsur hara pada tanah dengan adanya nitrat yang dapat diserap tanaman air seperti lamun (Schlegel & Schmidt, 1994).

Adapun bakteri nitrifikasi yang berfungsi untuk mengurai senyawa kimia yang berbahaya didalam perairan yaitu bakteri *Nitrosomonas sp.* dan *Nitrobacter sp.* Bakteri *Nitrosomonas sp.* berperan dalam mengokidasi senyawa amoniak menjadi nitrit, sedangkan *Nitrobacter sp.* berperan dalam mengokidasi nitrit menjadi nitrat dalam proses siklus nitrogen. Nitrit merupakan bahan peralihan yang terjadi pada siklus nitrogen, senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi biokimia amonium, tetapi sifatnya tidak stabil pada kondisi aerobik dan dilepaskan sebagai gas nitrogen (Nurlita & Utomo, 2011). Senyawa nitrat sangat dibutuhkan oleh fitoplankton dalam proses pertumbuhannya. Bakteri nitrifikasi yang berada di tanah maupun di perairan maka kandungan amoniak dalam perairan akan berkurang. Keberadaan amoniak dalam perairan dengan jumlah yang besar dapat berbahaya bagi organisme perairan dan rusaknya lingkungan perairan.

F. Amoniak (NH_3)

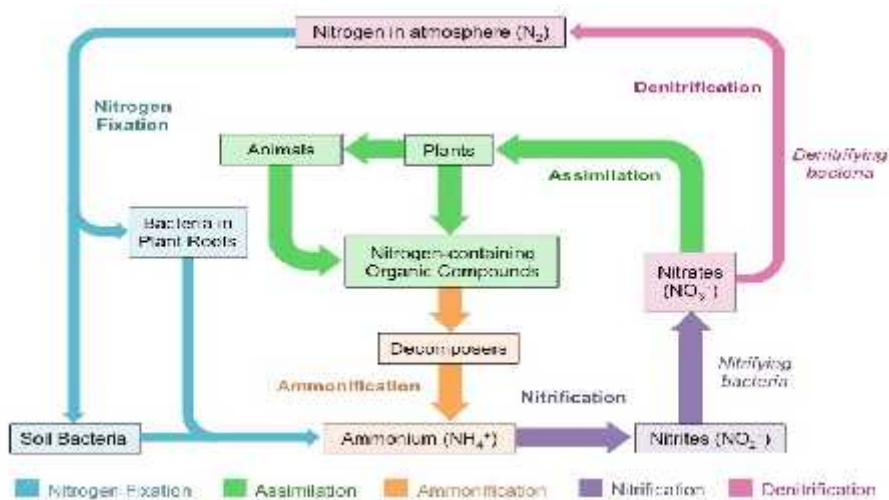
Amoniak merupakan hasil dari proses penguraian organisme yang telah mati, merupakan senyawa dalam bentuk bebauan yang menyengat dan merusak organ pernafasan pada konsentrasi tinggi dan menyebabkan korosi pada logam (Aditya, 2008). Sumber amoniak dalam perairan berasal dari pemecahan nitogen organik berupa tumbuhan atau biota akuatik yang ada dalam perairan. Adanya tanaman air seperti lamun akan berfungsi untuk menyerap amoniak sebagai nutrient dan akan

mengurangi kadar amoniak yang terkandung di perairan. Pada kadar yang rendah belum terlalu berbahaya, akan tetapi pada kadar yang tinggi akan beracun pada biota yang hidup dalam perairan dan menimbulkan bau busuk. Siklus nitrogen di kolam budidaya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Transformasi siklus nitrogen di kolam budidaya (Rijn et al., 1996)

Terjadi transformasi amoniak melalui proses biologis yaitu nitrifikasi dan terjadi pada lapisan permukaan sedimen, bakteri *Nitrosomonas sp.* dan *Nitrobacter sp.* turut berperan dalam proses ini. Alga, feses ikan dan pakan menjadi sumber utama limbah organik di perairan. Dalam kondisi anoksik penguraian amoniak dalam sedimen terjadi kemudian dioksidasi oleh bakteri nitrifikasi dan membutuhkan oksigen selama proses penguraian. Untuk sampai pada tahap amoniak terakumulasi terjadi setelah pengisian ulang kolam budidaya ikan sehingga akan mempengaruhi kondisi anoksik, meningkatkan konsentrasi nitrat dalam sedimen kolam serta terjadi penyebaran populasi denitrifikasi (Rijn, 1996). Dalam perairan sumber utama nitrogen terdapat pada nitrat dan tidak berbahaya bagi biota yang ada di dalam perairan. Batas maksimum amoniak dalam perairan yakni 0.2 mg/L (Minggawati & Lukas, 2012) lebih dari batas ini dapat bersifat toksik bagi organisme. Proses nitrifikasi merupakan proses oksidasi biologi yang mengubah amonium menjadi nitrit, kemudian nitrit diubah menjadi nitrat yang berlangsung pada kondisi anaerob di perairan. Pada dasar air yang mendapat pengaruh dari sedimen terjadi peningkatan konsentrasi nitrat. Nitrat diproduksi dari penguraian limbah organik menjadi ammonia dan diubah menjadi nitrat di dalam sedimen (Seitzinger, 1988). Siklus nitrogen di suatu lingkungan (Gambar 2).



Gambar 2. Siklus Nitrogen (Sitaresmi, 2002)

Senyawa nitrogen amoniak di dalam perairan dalam bentuk NH_4^+ yang disebut dengan ammonium (NH_4^+). Siklus biogeokimiawi nitrogen di perairan terdiri dari proses amonifikasi, nitrifikasi, asimilasi nitrogen, denitrifikasi, dan fiksasi nitrogen (Hastuti, 2011). Amonifikasi merupakan dibentuknya ammonium dari materi organik seperti dekomposisi organisme yang telah mati dan diurai oleh bakteri. Nitrifikasi terbagi menjadi dua oksidasi yaitu pembentukan ammonium menjadi nitrit dan pembentukan nitrit menjadi nitrat dan berlangsung secara biologis dan kimiawi. Proses nitrifikasi dilakukan oleh bakteri yang berperan mengoksidasi amoniak menjadi nitrit dan bersifat autotrofik seperti *Nitrosomonas*, *Nitrococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, dan *Nitrosovibrio*. Sedangkan bakteri yang berperan mengoksidasi nitrit menjadi nitrat seperti Fungi (*Aspergillus flavus*) dan bakteri (*Arrobacter*, *Alcaligenes* dan *Actinomyces*) yang bersifat heterotrofik (Sylvia et al., 1990). Laju pertumbuhan dari bakteri autotrofik lebih lambat dari bakteri heterotrofik.

Proses memanfaatkan senyawa nitrogen dalam pembentukan asam amino oleh fitoplankton, bakteri serta alga merupakan proses asimilasi nitrogen. Gas nitrogen terbentuk pada proses denitrifikasi berlangsung dalam kondisi tidak ada oksigen (anaerob). Untuk mendapatkan energi dalam kondisi anaerobik seperti gas nitrogen berubah menjadi amoniak dan nitrogen anorganik melalui proses fiksasi nitrogen yang melibatkan simbiosis alga dan bakteri. Bakteri nitrifikasi bersifat heterotrofik mampu memanfaatkan nitrat sebagai penerima elektron (Effendi, 2003). Amonium diserap oleh fitoplankton dan terjadi reaksi antar senyawa organik pada organisme di dasar perairan dan menjadi nitrogen organik sedimen. Nitrogen ini akan dimineralisasi dan kembali ke dalam perairan.

G. Hidrogen Sulfida (H₂S)

Gas hidrogen sulfida (H₂S) berasal dari proses biologis bakteri dalam mengurai bahan organik tanpa oksigen di perairan. Hidrogen Sulfida (H₂S) merupakan hasil dari penguraian sampah yang berbau seperti telur busuk dan jika terhirup secara berlebihan oleh manusia dapat menimbulkan keluhan pada saluran pernafasan (Aditya, 2008). Menurut Hayatillah & Suwandi (2018), gas Hidrogen Sulfida (H₂S) bersifat iritan pada sistem pernafasan dan digolongkan kedalam gas asfiksian karena dapat melumpuhkan pusat pernafasan. Pada ekosistem perairan hidrogen sulfida merupakan limbah organik yang tidak terurai oleh bakteri dan mengeluarkan bau busuk. Penguraian bahan organik sebagian besar tertinggal di dalam tanah dan sebagian lagi dilepaskan ke udara dalam bentuk gas hidrogen sulfida. Pada umumnya pada area pesisir penyumbang terbentuknya hidrogen sulfida terbesar yaitu kawasan pemukiman, pelabuhan, dan industri (Suharto *et al.*, 2018). Tumbuhan air akan menyerap senyawa sulfur dalam bentuk sulfat (SO₄) yang mengendap pada tanah, air sungai, dan lautan. Salah satu bahan penyusun protein di dalam tubuh tumbuhan adalah senyawa sulfur. Batas baku mutu air laut untuk biota dengan nilai maksimum 0.01 mg/L (KEPMEN LH Nomor 128, 2003). Gas hidrogen sulfida (H₂S) bersifat karsinogenik terhadap metal dan menghitamkan material. Siklus sulfur di perairan dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Siklus Sulfurifikasi (Widyaningsih, 2013).

Hidrogen sulfida (H₂S) yang tidak stabil dalam kondisi anaerobik dan dioksidasi secara kimiawi oleh beberapa bakteri dan fungi. Proses oksidasi dengan menggunakan mikroba melewati hasil-hasil intermediet menjadi sulfat, yang berakhir tahap mineralisasi senyawa sulfur organik dan sumber unsur belerang penting yang dibutuhkan oleh tumbuhan hijau yang merupakan proses sulfurifikasi. Hidrogen sulfida (H₂S) bersifat beracun dan muncul pada saat aktivitas bakteri heterotrof (tanpa oksigen) yang memanfaatkan SO₄⁻² dari proses perombakan bahan organik di dasar

perairan sebagai sumber energinya. Pada siklus sulfur ada dua jenis reaksi yang terjadi yaitu reaksi antara sulfur, oksigen dan air serta aktifitas dari bakteri. Bakteri yang berperan dalam mereduksi sulfat menjadi sulfida dalam bentuk hidrogen sulfida (H_2S) yaitu bakteri *Desulfomaculum* dan *Desulfovibrio*. Hidrogen sulfida (H_2S) digunakan oleh bakteri fotoautotrof anaerob atau bakteri *Chromatium* melepaskan sulfur serta oksigen. Sulfur dioksida diubah menjadi sulfat oleh bakteri kemolitotrof seperti *Thiobacillus*. Siklus sulfur merupakan proses perombakan senyawa SO_4 dari H_2S menjadi sulfur oksida kemudian diubah menjadi sulfat dan terakhir berubah kembali menjadi hidrogen sulfida (H_2S). Sulfida yang terkadang berada dalam bentuk sulfur oksida atau hidrogen sulfida merupakan hasil sulfur organik yang direduksi oleh bakteri. Tumbuhan mendapatkan sulfur dalam bentuk sulfat (SO_4) dari tanah sehingga tanaman dimakan oleh hewan sehingga belerang berpindah ke hewan. Hewan dan tumbuhan yang mati diuraikan kembali menjadi gas hidrogen sulfida (H_2S) atau sulfat.

H. Parameter Kualitas Air

Untuk memperoleh data yang akurat perlu dilakukan analisis di Laboratorium yang kemudian akan diolah dengan menggunakan beberapa aplikasi pengolah data. Adapun parameter yang dianalisis di penelitian ini yaitu:

1. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut (DO) adalah salah satu parameter dalam pengukuran kualitas air, kesehatan suatu ekosistem perairan dan juga dijadikan sebagai ukuran pengistemasan (Prahutama, 2013), semakin besar nilai kandungan oksigen terlarut menunjukkan bahwa kualitas air suatu perairan semakin bagus.

2. pH (Derajat keasaman)

pH (Derajat keasaman) merupakan salah satu parameter dalam yang sangat penting dalam membantu kestabilan perairan. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O_2 dan CO_2 dan tidak semua dapat bertahan terhadap nilai pH.

3. Salinitas

Salinitas merupakan tingkat keasaman atau kadar garam yang terlarut dan berpengaruh terhadap tekanan osmotik, semakin tinggi salinitas perairan maka besar pula tekanan osmotiknya. Salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil ($‰$).

4. Suhu

Suhu adalah derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan termometer (Supu *et al.*, 2016).