

FITOREMEDIASI LIMBAH BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*, (LINNAEUS, 1758)) MENGGUNAKAN *Spirulina* sp.

SKRIPSI

Diajukan oleh:

ZIAH MAURETSA

NIM. 150703084

**Mahasiswi Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2019 M/ 1440 H**

FITOREMEDIASI LIMBAH BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*, (LINNAEUS, 1758)) MENGGUNAKAN *Spirulina* sp.

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Biologi

Oleh :

ZIAH MAURETSA

NIM. 150703084

**Mahasiswi Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2019 M/ 1440 H**

FITOREMEDIASI LIMBAH BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*, (LINNAEUS, 1758)) MENGGUNAKAN *Spirulina* sp.

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Biologi

Oleh :

ZIAH MAURETSA

NIM. 150703084

**Mahasiswi Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Lina Rahmawati, S.Si, M.Si
NIDN. 2027057503

Pembimbing II,



Ilham Zulfahmi, M.Si
NIDN.1316078801

FITOREMEDIASI LIMBAH BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*, (LINNAEUS, 1758)) MENGGUNAKAN *Spirulina* sp.

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Biologi

Pada Hari/ Tanggal: Rabu, 31 Juli 2019
28 Dzulqaidah 1441 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi,

Ketua,



Lina Rahmawati, M.Si
NIDN. 2027057503

Sekretaris,



Arif Sardi, M.Si
NIDN. 202019068601

Penguji I,



Ilham Zulfahmi, M.Si
NIDN. 1316078801

Penguji II,



Diannita Harahap, M.Si
NIDN. 2022038701

Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,




Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ziah Mauretsa
NIM : 150703084
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*, (LINNAEUS, 1758), Menggunakan *Spirulina* sp.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

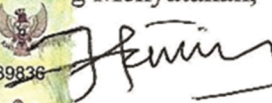
1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat mempertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenakan sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 26 Juli 2019

Yang Menyatakan,


Ziah Mauretsa)

METERAI
TEMPEL
TGL 20
0BCE2AFF831039836
6000
ENAM RIBURUPIAH

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk-Nya dalam menyelesaikan skripsi/tugas akhir dengan judul “**Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*, (LINNAEUS, 1758)) Menggunakan *Spirulina* sp.**” Shalawat dan salam penulis tujukan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penelitian ini merupakan salah satu kewajiban mengaplikasikan Tridarma Perguruan Tinggi dalam upaya pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Sains dan melengkapi syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.

Penulis menyadari, bahwa selama penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan, bantuan dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kata pengantar ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Bapak **Dr. Azhar Amsal, M.,Pd.** selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
2. Ibu **Lina Rahmawati, S.Si, M.Si**, selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
3. Ibu **Lina Rahmawati, S.Si, M.Si**, selaku Pembimbing I dan Bapak **Ilham Zulfahmi, M.Si** selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Ibu **Kamaliah M.Si** Selaku Penasehat Akademik yang telah banyak membantu dan membimbing penulis.
5. Seluruh **Dosen Prodi Biologi** yang telah memberi pengaruh terhadap penulis terhadap keberhasilan penulis dalam menyusun tugas akhir.

6. Seluruh **Staf Prodi Biologi** yang telah membantu penulis dalam urusan perkuliahan hingga penulis selesai sampai ditahap ini.
7. **Ibu Mar, Ibu Widia, Ibu Cut, dan Ibu Wiwit serta pak Razi** Staf Laboratorium BPBAP Ujung Batee yang telah membantu dan menyemangati penulis dalam melaksanakan penelitian.
8. **Ayahanda dan Ibunda** tercinta yang telah mendukung penulis dari awal masa studi sampai penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini selesai.
9. **Kak Fitri** tercinta yang telah mendukung dan membantu penulis dari awal masa studi sampai penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini selesai.
10. **Kak Ina, Agi, Bang Uci, Bang Udi, Bang Dayat, Kak Adek, Habib, Dek Ipah, Dek Ayed, dan Dek Hisyam** tercinta yang telah mendukung dan menyemangati penulis dari awal masa studi sampai penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini selesai.
11. Sahabat tercinta, **Rina, Shaleha, Kak Putria, Liza, Lian, Yuni, Siti, Rahmi, Kandi, Nola, Elita, dan Fikri** yang telah mendukung dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi ini selesai.
12. **Teman-teman KPM 2015** Kampung Santan, Lia, Mita, Mika, Kaumi, Ayu, Khaira, Kak Jie, Azik, Sayed, Randa, Alul, dan Bang Maulana telah memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi ini selesai.
13. **Teman-teman angkatan 2015 Biologi**, telah mendukung penulis dan memberi semangat kepada penulis.

Harapan penulis semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	xi
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Definisi Operasional.....	4
BAB II: KAJIAN TEORITIS.....	5
A. Kaidah Keislaman.....	5
B. Mikroalga <i>Spirulina sp.</i>	6
C. Fitoremediasi	10
D. Limbah Budidaya	12
BAB III: METODE PENELITIAN.....	14
A. Tempat dan Waktu Penelitian	14
B. Jadwal Pelaksanakan Penelitian.....	14
C. Objek Penelitian.....	15
D. Alat dan Bahan.....	15
E. Alur Penelitian	15
F. Rancangan Penelitian	16
G. Prosedur Penelitian.....	16
H. Pengukuran Laju Efisiensi Degradasi Limbah	17
I. Pengukuran Laju Pertumbuhan <i>Spirulina sp.</i>	18
J. Analisis Data	18
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Hasil pengamatan	19
1. Laju Efisiensi Degradasi Limbah.....	19
2. Kisaran Rata-Rata Hasil Pengukuran Kualitas Air	21
3. Pengamatan Laju Pertumbuhan <i>Spirulina sp.</i>	22
4. Klorofil Total.....	23

5. Morfologi <i>Spirulina</i> sp.....	24
B. Pembahasan.....	25
BAB V: PENUTUP	31
A. Kesimpulan	31
B. Saran-saran	31
DAFTAR KEPUSTAKAAN	32
LAMPIRAN-LAMPIRAN	40
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
Gambar 1.1 : <i>Spirulina</i> sp	6
Gambar 1.2 : Laju Degradasi Amoniak.....	19
Gambar 1.3 : Laju Degradasi Nitrat.....	20
Gambar 1.4 : Laju Degradasi Fosfat.....	21
Gambar 1.5 : Laju Pertumbuhan <i>Spirulina</i> sp.....	22
Gambar 1.6 : Kandungan Klorofil Total.....	23
Gambar 1.7 : Morfologi Sebelum dan Sesudah Pemberian Limbah...	24



DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
Tabel. 1.3 : Kisaran Rata-Rata Pengukuran Kualitas Air.....	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
Lampiran 1 : Alur Penelitian	40
Lampiran 2 : Proses Pengkulturan.....	42
Lampiran 3 : Pengecekan dan Pengujian Parameter Fisika dan Kimiawi	44
Lampiran 4 : Morfologi <i>Spirulina</i> sp.....	45
Lampiran 5 : Karakteristik Limbah Budidaya Ikan Nila	46
Lampiran 6 : SK Pembimbing Skripsi.....	47
Lampiran 7 : Surat Izin Penelitian.....	48
Lampiran 8 : Surat Telah Melakukan Penelitian	49
Lampiran 9 : Analisis Data Amoniak	50
Lampiran 10 : Analisis Data Posfat	52
Lampiran 11 : Analisis Data Nitrat.....	55
Lampiran 12 : Analisis Data Laju Degradasi	58

ABSTRAK

Nama : Ziah Mauretsa
NIM : 150703084
Program Studi : Biologi
Judul : Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*, (Linnaeus, 1758)) Menggunakan *Spirulina* Sp.
Tanggal Sidang : 31 Juli 2019
Tebal Skripsi : 56 Halaman
Pembimbing I : Lina Rahmawati, M.Si
Pembimbing II : Ilham Zulfahmi, M.Si
Kata Kunci : Fitoremediasi, *Spirulina* sp., Limbah, Ikan Nila, Perikanan Budidaya.

Limbah budidaya ikan mengandung amonia, nitrogen (N), fosfor (P) dan bahan organik lainnya yang dalam kadar berlebih berpotensi menyebabkan penurunan kualitas air sehingga mengganggu kehidupan organisme akuatik. Fitoremediasi merupakan teknik pendegradasi senyawa berbahaya menjadi tidak berbahaya menggunakan tumbuhan dan mikroalga, salah satunya *Spirulina* sp. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan *Spirulina* sp. dalam meremediasikan limbah budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan menganalisis laju pertumbuhan *Spirulina* sp. dalam meremediasikan limbah budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan bulan Juli 2019 di Laboratorium Akuakultur Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Batee, Aceh Besar. Pengujian klorofil dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Rancangan penelitian yang digunakan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yang digunakan yaitu limbah sebagai kontrol negatif (P0), kontrol Positif (tanpa pemberian limbah) dan limbah ikan nila konsentrasi 25% (P1), 50% (P2), dan 75% (P3). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa laju degradasi limbah menggunakan *Spirulina* sp. memberikan pengaruh yang signifikan dalam menyerap limbah pada konsentrasi limbah 25%. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan adanya perbedaan antara kelompok konsentrasi limbah 0% dan 25%.

ABSTRACT

Nama : Ziah Mauretsa
NIM : 150703084
Program Studi : Biologi
Judul : Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*, (Linnaeus, 1758)) Menggunakan *Spirulina* Sp.
Tanggal Sidang : 31 Juli 2019
Tebal Skripsi : 56 Halaman
Pembimbing I : Lina Rahmawati, M.Si
Pembimbing II : Ilham Zulfahmi, M.Si
Kata Kunci : Fitoremediasi, *Spirulina* sp., Limbah, Ikan Nila, Perikanan Budidaya.

Fish cultivation wastes contain ammonia, nitrogen (N), phosphorus (P) and other organic materials with excessive levels that have the potential to cause a decrease in water quality and disrupt the life of aquatic organisms. Phytoremediation is a technique to degrade hazardous compounds into harmless uses of plants and microalgae, one of which is *Spirulina* sp. The aim of the study was to determine the ability of *Spirulina* sp. in remediating tilapia (*Oreochromis niloticus*) aquaculture waste and analyzing the growth rate of *Spirulina* sp. in mediating tilapia (*Oreochromis niloticus*) aquaculture waste. The research was conducted in June to July 2019 at the Aquaculture Laboratory (BPBAP) Ujung Batee, Aceh Besar, while chlorophyll testing was carried out at the Biology Laboratory of the Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Syiah Kuala University, Banda Aceh. The design of the study used in the form of Completely Randomized Design (CRD), the number of replications for each treatment was as many as three replications. The research design used was a completely randomized design (CRD) with 5 treatments used, namely waste as a negative control (P0), a positive control (without giving waste) and tilapia waste concentration of 25% (P1), 50% (P2), and 75% (P3). The ANOVA test results showed that the rate of degradation of waste using *Spirulina* sp. has a significant effect in absorbing waste at a waste concentration of 25%. The results of the Smallest Significant Difference test (BNT) showed a difference between the concentration groups 0% and 25%.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas perikanan penting budidaya air tawar di Indonesia. Produksi ikan nila pada tahun 2010 hingga 2013 mengalami peningkatan cukup pesat dengan rata-rata kenaikan 34.85%. Total produksi ikan nila Indonesia mencapai 6.83% dari total produksi ikan budidaya nasional dan 20.3% terhadap total produksi ikan nila dunia (Murniyati, 2014). Apabila tidak dikelola dengan baik, peningkatan budidaya ikan nila secara intensif berpotensi mencemari lingkungan perairan melalui masukan limbah budidaya. Menurut Effendi (2003), limbah budidaya ikan mengandung amonia, nitrogen (N), fosfor (P) serta bahan organik lainnya yang dalam kadar berlebih berpotensi menyebabkan penurunan kualitas air dan mengganggu kehidupan organisme akuatik. Hasil penelitian Karakassis *et al.* (2005) dan Delis *et al.* (2015) mengungkapkan bahwa usaha budidaya perikanan menyumbang sekitar 5% N dan P dari total limbah antropogenik di laut Mediterania (Delis, 2015). Selain dapat mempercepat proses eutrosifikasi perairan, pada konsentrasi yang tinggi, beberapa fraksi nitrogen seperti amoniak dan nitrit juga bersifat toksik terhadap biota akuatik (Kir, 2004).

Sumber limbah budidaya yang masuk ke perairan umumnya berasal dari sisa pakan dan residu metabolit ikan. Wahyuningsih *et al.* (2015), menyatakan bahwa ikan hanya mampu menyerap 20-30% nutrisi yang berasal dari pakan sementara sisanya diekskresikan ke lingkungan dalam bentuk amonia dan protein organik, sedangkan fosfor (25-85%) berasal dari sisa metabolisme ikan. Secara umum, sebagian besar limbah nitrogen (60-90%) dieksekresikan dalam bentuk terlarut (terutama amonia) (Van, 2012).

Summerfelt (2004), menyatakan bahwa kelebihan amonia pada suatu perairan berdampak pada menurunnya laju pertumbuhan, reproduksi dan imunitas biota akuatik. Konsentrasi nitrat yang berlebih menyebabkan terjadinya peningkatan methaemoglobin darah yang mereduksi daya dukung oksigen (*methaemoglobinemia*) (Jamal 2013). Konsentrasi posfat yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya ledakan populasi plankton yang berdampak pada menurunnya kandungan oksigen terlarut di perairan. Kandungan oksigen terlarut yang rendah mengakibatkan terjadinya peningkatan kinerja ventilasi insang, laju metabolik, dan ketidakteraturan pergerakan pada ikan (Kittiwanich, 2012).

Upaya mengurangi akumulasi limbah budidaya ke lingkungan perairan salah satunya dapat dilakukan dengan metode fitoremediasi. Fitoremediasi telah sering digunakan untuk meremediasi limbah disebabkan mudah dipraktekkan serta tidak memerlukan biaya yang besar (Effendi, 2015). Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa fitoremediasi telah berhasil meremediasi berbagai jenis limbah diantaranya limbah budidaya ikan (Marlina dan Rakhmawati, 2016), kadmium (Cd) (Nur, 2013), limbah domestik (*detergent*) (Nurfadilla, 2017) dan hidrokarbon (Estuningsih, 2013). Pratama (2017), mengungkapkan bahwa pemanfaatan *Spirulina* sp. sebagai agen fitoremediasi pada limbah budidaya ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) efektif menurunkan amoniak (TAN) sebesar 20,12 mg/l (Pratama, 2017). Fitoremediasi limbah budidaya ikan dengan menggunakan berbagai jenis tumbuhan dan mikroalga lainnya juga telah banyak dilaporkan sebelumnya, seperti tomat (*Solanum lycopersicum*) (Marlina dan Rakhmawati, 2016), kiambang (*Lemna minor*) (Saputra, 2016), dan *Spirogyra* sp. (Apriadi, 2014).

Spirulina sp. termasuk mikroalga yang mampu hidup dalam kondisi lingkungan yang tidak optimal, relatif tidak mudah terkontaminasi oleh mikroalga yang lain, dan dapat hidup pada pH yang lebih rendah (Ogawa dan Terui, 1970). Disamping itu, *Spirulina* sp. mengandung lima zat gizi

utama (karbohidrat, protein, lemak (gama linoleat, omega 3, 6, dan 9), vitamin (B-kompleks, E), mineral (Fe, Ca, K)) serta pigmen alami (beta karoten, klorofil, xantofil, fikosianin) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan (Santosa, 2010). Saat ini, spirulina telah dikembangkan sebagai pakan alami ikan (Isnansetyo, A dan Kurniastuty, 1995), bahan baku medis (Reborfroid, 2000), energi terbarukan (Fatmawati, 2013), bahan uji laboratorium (Henrickson, 1989), kosmetik (Niva, 2007), dan agen fitoremediasi (Santosa, *et.al.*, 2010).

Pemanfaatan *Spirulina* sp. sebagai agen fitoremediasi telah dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya terhadap limbah budidaya ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) (Pratama, 2017), limbah cair tahu (Lutama, *et.al.*, 2015), logam berat timbal (Prambodo, *et.al.*, 2016), logam berat kadmium (Cd) (Fatmawati, 2013), dan Methana (Noverly, 2016). Sampai saat ini fitoremediasi limbah budidaya Ikan Nila menggunakan *Spirulina* sp. masih belum dikaji secara luas dalam meremediasikan limbah dan pengaruh terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp., sehingga penelitian ini perlu untuk dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan dan laju pertumbuhan *Spirulina* sp. dalam meremediasi limbah budidaya Ikan Nila.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah *Spirulina* sp. memiliki kemampuan meremediasikan limbah budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*)?
2. Adakah pengaruh meremediasikan limbah budidaya ikan nila terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp.?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kemampuan *Spirulina* sp. dalam meremediasikan limbah budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

2. Untuk menganalisis laju pertumbuhan *Spirulina* sp. dalam meremediasikan limbah budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif penanganan pencemaran limbah budidaya perairan yang ramah lingkungan.
2. Memberikan kontribusi terhadap kesehatan ikan.
3. Memberikan alternatif dalam mempertahankan kualitas perairan budidaya.

E. Definisi Operasional

1. *Spirulina* sp.

Spirulina sp. merupakan salah satu jenis mikroalga berwarna hijau yang berasal dari klorofil. Terdiri dari rangkaian sel yang berbentuk selindris serta bentuknya menyerupai benang.

2. Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah suatu teknik untuk menghilangkan atau mengurangi senyawa berbahaya yang terakumulasi pada suatu sedimen ataupun perairan dengan bantuan tumbuhan dan mikroorganisme.

3. Limbah Budidaya Perikanan

Limbah budidaya perikanan adalah hasil ekskresi dari suatu makhluk hidup yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan.

4. Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan Nila adalah jenis ikan konsumsi air tawar yang paling banyak diminati di Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kaidah Keislaman

Kebersihan lingkungan sangatlah penting untuk selalu diperhatikan. Apabila lingkungan bersih maka akan memberikan manfaat bagi tubuh. Setiap makhluk hidup seperti manusia, hewan dan tumbuhan juga layak hidup pada lingkungan yang bersih dan sehat. Ikan merupakan hewan yang banyak diminati oleh manusia. Ikan yang layak untuk dikonsumsi dapat dilihat dari ciri-ciri tubuhnya seperti terlihat segar dan tidak berlendir. Lingkungan yang sehat sangat berpengaruh terhadap kualitas ikan, sehingga kita perlu menjaga dan merawat lingkungan agar terhindar dari bahayanya limbah.

Islam mengajarkan tentang kebersihan, yaitu tentang “bersuci” (thaharah). Bersuci yang dimaksud adalah membersihkan dan membebaskan sesuatu yang kotor. Tidak hanya anggota badan saja yang diperhatikan kebersihannya, lingkungan juga perlu dijaga dengan sebaik-baiknya dengan cara merawat, membersihkan setiap hari, menyapu, menyiram tanaman supaya lingkungannya bersih dari kotoran-kotoran dan debu yang mengakibatkan banyak penyakit (Rohmah, 2017).

Berdasarkan Q.S (Al-A’la ayat (87) :14-17) menjelaskan bahwa Allah SWT memerintahkan agar orang-orang selalu membersihkan diri (lingkungan) jika akan mengerjakan suatu ibadah dan tidak mementingkan kehidupan dunia, karena kehidupan dunia hanya sementara sedangkan kehidupan akhiratlah yang lebih kekal. Allah SWT menggolongkan Orang-orang yang melakukan hal tersebut ke dalam golongan orang-orang yang beruntung (Rohmah, 2017).

Ayat diatas sudah menjelaskan bahwa manusia harus memerhatikan lingkungan sekitar hidupnya dan mementingkan

kesehatan lingkungan agar terhindar dari segala sesuatu yang dapat merusak lingkungan.

B. Mikroalga *Spirulina* sp.

1. Klasifikasi dan Morfologi *Spirulina* sp.

Klasifikasi *Spirulina* sp. menurut Bold dan Wyne (1985) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Protista
Divisi : Cyanophyta
Kelas : Cyanophyceae
Ordo : Nostocales
Famili : Oscillatoriaceae
Genus : *Spirulina*
Spesies : *Spirulina* sp.



Gambar 1: *Spirulina* sp. (Henrickson, 1989).

Spirulina sp. terdiri dari rangkaian sel yang berbentuk selindris serta bentuknya menyerupai benang. *Spirulina* sp. memiliki dinding sel yang tipis. Mikroalga ini berwarna hijau tua yang berasal dari klorofil dalam

jumlah tinggi dan memiliki struktur trichoma spiral dengan filamen–filamen bersifat mortal dan tidak memiliki heterosit (Tomaselli, 1997).

Spirulina sp. habitatnya di perairan payau, laut dan air tawar (Ciferri, 1983). Ciri-ciri dari morfologinya yaitu berfilamen berbentuk spiral yang bergabung menjadi satu, tidak bercabang, sifatnya autotrof atau dapat menghasilkan makanannya sendiri. Dinding sel *Spirulina* sp. ini sangat tipis dan terdiri dari beberapa lapisan yaitu, lapisan mukopolimer, komponen pektin dan dibagian luarnya terdapat lapisan lendir yang terbuat dari polisakarida dan tidak mengandung bahan selulosa (Ariyati, 1998). Pada bagian isi sel *Spirulina* sp terbagi menjadi dua bagian yaitu, sentroplasma dan kromoplasma. Kromoplasma merupakan tempat yang memiliki pigmen dan pada bagian inti selnya memiliki massa yang padat, sedangkan sentroplasma memiliki inti yang bentuknya tidak teratur (Ciferri, 1983).

2. Manfaat *Spirulina* sp.

Spirulina sp. memiliki manfaat yaitu penghasil protein, vitamin dan mineral. Protein yang terkandung pada *Spirulina* sp. berkisar 60% - 70% dari berat kering, selain itu juga mengandung provitamin A tinggi, sumber β -karoten yang kaya vitamin B12. *Spirulina* sp. dapat dijadikan obat untuk pengobatan anemia karena memiliki kandungan lipid sekitar 4-7%, dan karbohidrat sekitar 13,6% sehingga sangat baik apabila dijadikan pakan ataupun bahan untuk makanan dan farmasetik (Carrieri *et al.*, 2010).

Komposisi pigmen pada *Spirulina* sp. diantaranya adalah klorofil-a, xanthophyll, fikosianin dan karotenoid yang terdiri dari myxoxanthophyll, beta karoten, dan zeaxanthin. Fikosianin adalah pigmen yang paling dominan pada *Spirulina* sp. dan jumlahnya lebih dari 20% berat kering (Borowitzka, 1988). Menurut Adams (2005)

Fikosianin sebagai biliprotein diketahui mampu menghambat pembentukan koloni kanker.

3. Faktor Pertumbuhan *Spirulina* sp.

Pertumbuhan mikroalga dapat dilihat dari semakin meningkatnya kepadatan sel pada kultur. Berikut ini ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga menurut Vonshak *et al.* (2004) adalah sebagai berikut :

1. Media

Media untuk pertumbuhan mikroalga terbagi menjadi dua yaitu media alami dan buatan (sintetik). Media buatan atau sintetik yang paling sering digunakan untuk kultur mikroalga seperti pupuk Walne, dan NPFe. Sedangkan media alami yang digunakan dalam proses pengkuluturan mikroalga yaitu ekstrak tauge, kelapa sawit, ampas tahu, dan air kelapa. Menurut Vonshak, *et al.* (2004), unsur yang paling mempengaruhi pertumbuhan *Spirulina* sp. yaitu nitrogen (N) dan fosfor (P).

Makronutrien dalam media yang dibutuhkan yaitu berupa C, H, O, N, P, K, S, Ca dan unsur mikronutrien yaitu Fe, Cu, Mg, Co, Mn, B, Zn (Andersen, 2005). Nutrien utama pada media kultur mikroalga adalah N, mikroalga umumnya dapat menggunakan NO_3^+ , NO_2^- , atau amonium (NH_4^+) sebagai sumber N dengan tingkat pertumbuhan yang sama terlepas bentuknya organik maupun anorganik dengan rasio $\text{N/P} < 10/1$ (Borowitzka MA dan Borowitzka, 1988).

2. Faktor-Faktor Lingkungan

Faktor-faktor lingkungan juga sangat mendukung pertumbuhan *Spirulina* sp. seperti suhu, pH, cahaya, salinitas dan agitasi (Vonshak,

et.al., 2004). Nilai pH dalam media tumbuh mikroalga akan menentukan kemampuan biologi mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang baik untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. berkisar antara 8,5-9,5 (Simanjuntak, 2012).

Pada proses fotosintesis mikroalga sangat memerlukan cahaya. Apabila mikroalga kekurangan cahaya dalam lingkungan kulturnya maka fotosintesis akan berlangsung tidak normal. Pencahayaan pada kultur dapat dipengaruhi oleh tingkat intensitas pencahayaan, dan lamanya pencahayaan. Intensitas cahaya yang optimal untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. yaitu 3000 lux untuk menghindari fotoinhibisi (Santosa, *et.al.*, 2010).

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap organisme air untuk mempertahankan tekanan osmotik yang seimbang dengan air sebagai lingkungan hidupnya adalah salinitas. Salinitas yang baik untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. berkisar 15-20 ppt (Haryati, 2008).

Selain itu agitasi juga sangat dibutuhkan dalam menstabilkan proses pertumbuhan mikroalga. Penggunaan aerasi untuk proses pengadukan adalah salah satu cara agar tidak terjadinya pengendapan dan pemberian aerasi tersebut akan dapat memberikan udara ke dalam media tumbuh (Noveri, *et.al.*, 2016).

4. Fase Pertumbuhan

Pertumbuhan mikroalga terdiri dari beberapa fase yaitu fase lag, fase eksponensial (logaritmik), fase stasioner, dan fase deklinasi (kematian).

1. Fase Lag

Fase lag merupakan fase adaptasi sel terhadap lingkungan baru. Biasanya fase ini tidak meningkat terlalu tinggi. Fada beberapa faktor

yang mempengaruhi lamanya fase ini yaitu faktor media, lingkungan dan jumlah inokulan.

2. Fase Eksponensial

Fase eksponensial terjadinya pembelahan mikroalga dengan cepat sehingga kepadatan sel akan meningkat mencapai kepadatan yang maksimal. Pada fase ini mikroalga membutuhkan lebih banyak energi karena dianggap paling sensitif terhadap keadaan lingkungannya (Vonshak, *et.al.*, 2004).

3. Fase Stasioner

Pada fase stasioner terjadi perubahan komposisi mikroalga secara signifikan karena terbatasnya kandungan nitrat pada media kultur yang mengakibatkan kandungan karbohidrat meningkat. Pada fase ini nilai kepadatan mikroalga tidak mengalami peningkatan juga tidak mengalami penurunan, hanya saja berkurangnya komposisinya sehingga tingkat kepadatannya stasioner (Brwon, *et.al.*, 2017).

4. Fase Deklinasi

Fase yang terakhir yaitu fase kematian. Pada fase ini terjadinya penurunan biomassa atau kepadatan mikroalga yang disebabkan dari berkurangnya nutrisi yang tersedia pada media tumbuh mikroalga sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan sel (Nainggola, 2018).

5. Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah suatu teknik untuk menghilangkan atau mengurangi senyawa berbahaya yang terakumulasi pada suatu sedimen ataupun perairan dengan bantuan tumbuhan. Tumbuhan yang sering digunakan sebagai agen remediasi limbah yaitu, eceng gondok,

tanaman rumput, kangkung, sawi, bunga matahari, dan mikroalga (Chunningham, *et.al.*, 1995).

Tanaman enceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah salah satu tanaman yang pernah digunakan untuk pengolahan air limbah secara tradisional. Wilayah hilir perairan umumnya banyak dipenuhi tumbuhan eceng gondok sehingga perairan tersebut dapat bersih secara alami. Tanaman air lain juga dapat dimanfaatkan untuk pengolahan air limbah seperti tumbuhan kapu-kapu (*Pistia stratiotes*) dan kiambang (*Salvinia natans*) yang sering dijudukan sebagai agen remediasi limbah (Estuningsih, 2013).

Fitoremediasi dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Metode secara langsung (*In situ*) yaitu menggunakan tanaman agen remediasi untuk meremediasikan limbah secara langsung atau dimana tempat terjadinya pencemaran. Sedangkan secara tidak langsung (*ex situ*) yaitu menggunakan kolam buatan yang dengan bioreaktor besar untuk penanganan limbah. Bagian tanaman yang dapat digunakan untuk meremediasikan limbah terdiri bagian akar, batang, dan daun, maupun dalam bentuk kultur jaringan tanaman (Relf, 1996).

Tanaman dapat merombak polutan organik, maupun menyerap dan menstabilisasi logam polutan melalui satu mekanisme atau kombinasi proses-proses yaitu fitodegradasi, rizodegradasi, dan fitovolatilisasi. Polutan organik seperti crude oil, dan pelarut telah dibuktikan dapat diatasi dengan teknik ini. Sedangkan polutan logam berat dan unsur radioaktif dapat didegradasi oleh tanaman melalui proses fitoekstraksi /fitoakumulasi, rizofiltrasi, dan atau fitostabilisasi (Kumar, *et.al.*,1995).

6. Limbah Budidaya

1. Amoniak (NH_3 --N)

Amoniak merupakan hasil dari hasil penguraian zat organik oleh bakteri dan ekskresi hewan perairan menjadi bentuk amoniak. Total ammonia Nitrogen (TAN) di dalam air terdapat dalam bentuk tak terionisasi (NH_3) atau amoniak dan dalam bentuk terionisasi (NH_4^+) atau ammonium (Supono, 2016).

Ammonium atau dalam bentuk terionisasi (NH_4^+) tidak bersifat beracun pada ikan dan udang, sedangkan Amoniak atau dalam bentuk tak terionisasi (NH_3) bersifat racun dalam konsentrasi yang tinggi (Supono, 2016).

Amoniak dalam air berasal dari kotoran atau hasil ekskresi makhluk hidup. Amoniak berasal dari pakan ikan yang diberikan setiap harinya sehingga terjadinya pengendapan amoniak pada perairan. Apabila konsentrasi amoniak tinggi akan menyebabkan kematian pada biota laut (Crab, *et.al*, 2007).

Dampak dari kadar amoniak yang tinggi dalam perairan menurut Boyd (1990) yaitu apabila kadar amoniak dalam darah ikan meningkat, dan konsumsi oksigen meningkat kemudian insang menjadi rusak sehingga menurunnya kemampuan darah dalam transportasi oksigen, sehingga menghambat laju pertumbuhan ikan (Boyd, 1990). Kandungan amoniak yang aman bagi ikan adalah 0,13 mg/liter (Chien dan Chen, 1987).

Senyawa amoniak, nitrat dan nitrit yang terdapat di tambak bersifat metabolit toksik dan sangat berbahaya bagi perikanan tambak. Keberadaan posfat secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakkan pertumbuhan alga di perairan (*algae bloom*) yang dapat menghambat penetrasi cahaya matahari

sehingga kurangnya kadar oksigen dan rusaknya ekosistem perairan (Effendi, 2003).

2. Nitrat (NO_3) dan Posfat (PO_4)

Senyawa Posfat dan Nitrat adalah salah satu unsur hara makro dan mikro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton (Ferianita, *et.al.*, 2005). Tetapi, apabila nilai ini konsentrasinya sangat besar di perairan dan melebihi nilai ambang batas maka akan terjadi eutrofikasi (pengayaan zat hara) yang ditandai dengan terjadinya blooming fitoplankton sehingga menyebabkan kematian berbagai jenis biota laut. Sumber fosfat dan nitrat berasal dari proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa-sisa organisme mati.

Jika Nitrit diabsorpsi oleh ikan maka akan bereaksi membentuk met-Hb, sifat met-Hb pada darah antara lain tidak dapat menangkap dan mengangkut oksigen sehingga ikan dapat terserang penyakit *brown blood disease* (Boyd, 1990). Menurunnya kadar oksigen terlarut di perairan akan mengakibatkan berkurangnya populasi biota. Jika keberadaan Posfat dan Nitrat berkonsentrasi tinggi di suatu perairan maka menandakan bahwa ekosistem perairan tersebut terganggu (Hariati, *et.al.*, 2015).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan bulan Juli 2019. Tahap fitoremediasi, pengukuran laju pertumbuhan dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Uji parameter fisik dan kimiawi media dilakukan di Laboratorium Akuakultur Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Batee, Aceh Besar. Pengujian klorofil dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

B. Jadwal Dilaksanakan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan											
		Februari				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Konsul ke Pembimbing II												
2	Konsul ke Pembimbing I												
3	Penelitian												
4	Analisis Data												
5	Konsul ke Pembimbing II												
6	Konsul ke Pembimbing I												
7	Sidang Munaqasyah												

C. Objek penelitian

Objek penelitian ini adalah kemampuan *Spirulina* sp. dalam mendegradasi limbah budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan menguji beberapa parameter fisik dan kimiawi serta klorofil.

D. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah berukuran 5 Liter, Thermometer, pH meter, Botol sampel, Spektrofotometer, Autoklaf, Aerator, Mikroskop, Timbangan digital, Tabung reaksi, Pipet tetes, Mikropipet, Wadah Penampung 100 L, Alat tulis, OD, DO meter, Refraktometer, Reagen TAN 1 set, Reagen Nitrate 1 set, Reagen Phosphate 1 set, Inokulan *Spirulina* sp. 3,5 liter, Limbah ikan nila, Air laut, Aquades dan Alkohol 70%.

E. Alur Penelitian

1. Pengambilan Sampel dan Desain Penelitian

Tahap awal untuk melakukan penelitian dimulai dari pengambilan sampel. Sampel *Spirulina* sp dan limbah budidaya ikan nila di ambil dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Batee Aceh besar, untuk setiap sampel dilakukan pengerjaan yang berbeda-beda, dapat dilihat pada (**Lampiran**).

2. Parameter yang diukur

Selama tahap Fitoremediasi pengukuran yang dilakukan yaitu parameter fisik dan kimawi yang meliputi Amoniak, Posfat, Nitrat, pH, Salinitas, dan Oksigen terlarut. Tahapan selanjutnya yaitu mengukur laju pertumbuhan dan pengamatan morfologi serta klorofil pada *Spirulina* sp. (**Lampiran**).

F. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang jumlah ulangan untuk setiap perlakuan adalah sebanyak tiga ulangan dengan rincian sebagai berikut:

- Perlakuan kontrol positif : 0 ml limbah + 3000 ml air laut steril + 500 ml spirulina
- Perlakuan kontrol negatif (P0): 3000 ml limbah (tanpa penambahan spirulina)
- Perlakuan 1: 25% limbah (750 ml limbah + 2250 ml air laut steril + 500 ml *Spirulina* sp.)
- Perlakuan 2: 50% limbah (1500 ml limbah + 1500 ml air laut steril + 500 ml *Spirulina* sp.);
- Perlakuan 3: 75% limbah (2250 ml limbah + 750 ml air laut steril + 500 ml *Spirulina* sp.).

G. Prosedur Penelitian

Bibit *Spirulina* sp. diperoleh dari BPBAP untuk kemudian dikulturkan selama tiga hari dengan air laut yang bersalinitas 15 ppt yang telah disterilkan. Pupuk pertumbuhan spirulina yang digunakan yaitu Walne. Sebanyak 50 L limbah budidaya ikan nila (dikoleksi setelah proses pemanenan ikan) diperoleh dari kolam budidaya disekitar BBAP dan dibawa ke lokasi penelitian menggunakan transportasi darat untuk disterilkan terlebih dahulu menggunakan Autoklaf. Limbah yang terakumulasi pada wadah penampungan kemudian diagitasi menggunakan aerasi guna menghindari pengendapan. Karakteristik limbah budidaya ikan nila dapat dilihat pada **lampiran 4**.

Spirulina sp. yang telah berumur tiga hari dijadikan inokulan untuk kemudian ditebarkan pada media perlakuan. Limbah yang

sudah diaduk kemudian dimasukkan kedalam wadah kultur ukuran 5000 ml sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan yaitu Perlakuan kontrol positif : 0 ml limbah + 3000 ml air laut steril; Perlakuan kontrol negatif (P0) : 3000 mL limbah (tanpa penambahan spirulina) Perlakuan 1: 25% limbah (750 mL limbah + 2250 mL air laut steril); Perlakuan 2: 50% limbah (1500 mL limbah + 1500 mL air laut steril); Perlakuan 3 75% limbah (2250 mL limbah + 750 mL air laut steril). Setiap perlakuan kecuali perlakuan kontrol negatif ditambahkan inokulan spirulina sebanyak 500 mL. Jumlah ulangan untuk setiap perlakuan adalah sebanyak tiga ulangan. Setiap media pemaparan dilengkapi dengan aerasi guna mencegah pengendapan limbah pada dasar erlemeyer. Fitoremediasi limbah dilakukan selama sepuluh hari. Selama tahap fitoremediasi, pemberian pupuk dihentikan.

H. Pengukuran Laju Efisiensi Degradasi Limbah

Parameter fisik kimiawi media yang diamati meliputi amoniak, nitrat dan posfat, oksigen terlarut, pH, dan Salinitas. Pengukuran laju efisiensi degradasi amoniak, nitrat dan phospat dilakukan setiap dua hari sekali. Amoniak diukur menggunakan koliometri. Nitrat diukur menggunakan koliometri. Sedangkan pospat diukur berdasarkan SNI: 06-6989: 31-2005 menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 880 nm. Oksigen terlarut, dan pH. Oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter. pH diukur dengan menggunakan pH meter, Salinitas diukur menggunakan Refraktometer.

Laju efisiensi degradasi amoniak, posfst, dan nitrat setiap perlakuan diukur dengan menggunakan persamaan Devi *et al.* (2012) sebagai berikut:

$$\text{laju degradasi} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100$$

C_0 adalah konsentrasi awal parameter yang diukur dalam media pada masa awal pengamatan. Sedangkan C_t adalah konsentrasi parameter yang diukur dalam media saat pada selang waktu pengamatan berikutnya.

I. Pengukuran Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp.

Laju pertumbuhan *Spirulina* sp. pada tiap perlakuan diukur setiap hari menggunakan OD (*Optical density*) spektrofotometer uv-visible pada panjang gelombang 680 nm (Borowitzka & Borowitzka, 1988). Pengukuran klorofil pada tiap perlakuan dilakukan pada akhir masa remediasi menggunakan rumus Nurchayati & Setiari (2009) sebagai berikut:

$$\text{Klorofil total} = 0.79 (\text{OD } 663) + 1.076 (\text{OD } 644).$$

Perubahan yang terjadi pada morfologi *Spirulina* pada setiap perlakuan diamati pada akhir masa remediasi dengan menggunakan mikroskop binokuler dengan pembesaran 100 X.

J. Analisis Data

Hasil pengukuran laju degradasi limbah dan laju pertumbuhan *Spirulina* sp. pada hari ke-10 diuji dengan menggunakan ANOVA pada selang kepercayaan 95 %. Uji lanjut berupa uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada selang kepercayaan 95% dilakukan untuk mengetahui perbedaan signifikan antar perlakuan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 20.

BAB IV

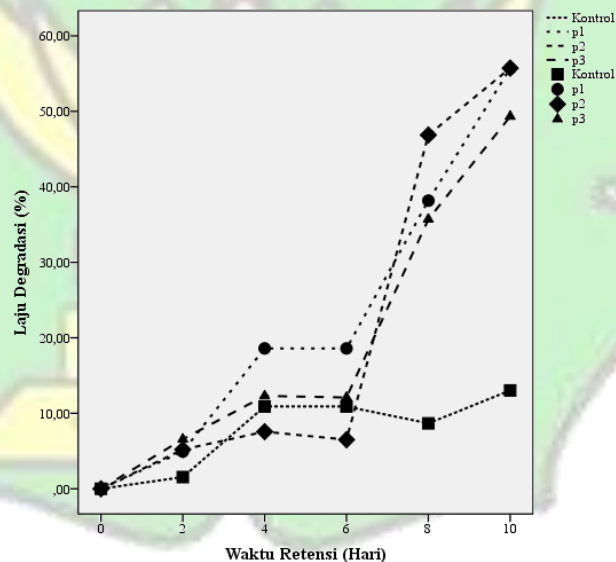
HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengamatan

1. Laju Efisiensi Degradasi Limbah

Nilai laju degradasi amoniak setiap harinya mengalami peningkatan kecuali pada perlakuan kontrol. Nilai laju degradasi amoniak tertinggi pada perlakuan (P2) yaitu sebesar 49,33% dengan nilai amoniak akhir yaitu 0,01. Sedangkan nilai laju degradasi terendah pada perlakuan perlakuan kontrol negatif (P0) sebesar 6,57% dengan nilai amoniak akhir 0,01 (**Gambar 1.1**). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara nilai laju degradasi perlakuan kontrol negatif dengan 3 perlakuan lainnya ($P < 0,05$).

1.1 Amoniak

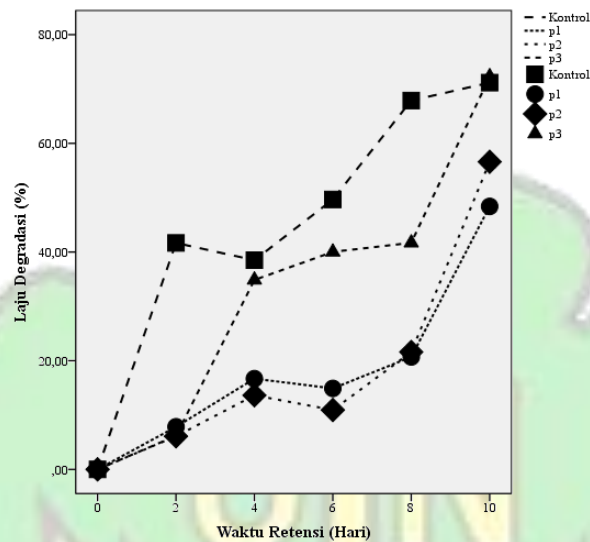


Gambar 1.1: Laju Degradasi Amoniak Pada Setiap Perlakuan

2.1 Nitrat

Pada hari ke-10 nilai laju degradasi tertinggi yaitu pada P3 dengan konsentrasi limbah 75% dengan nilai tertinggi 72,27% dengan nilai

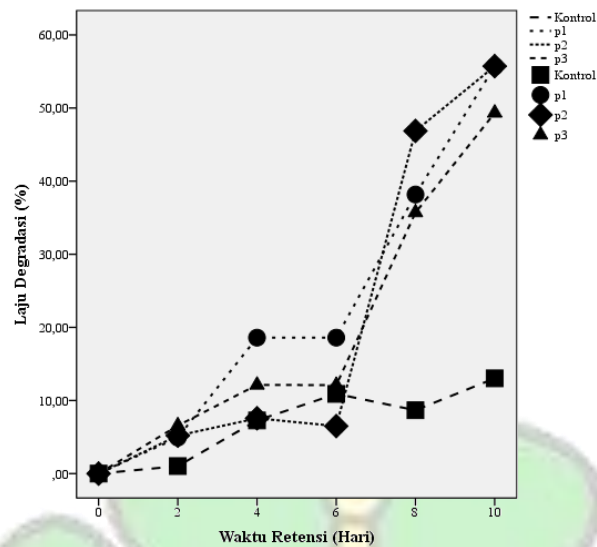
akhir nitrat yaitu 5,27 mg/l. Nilai terendah laju degradasi nitrat pada perlakuan P1 dengan nilai 48,40% dengan nilai amoniak akhir sebesar 5,27 mg/l (**Gambar 2.1**). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa laju degradasi Nitrat antar perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).



Gambar 2.1: Laju Degradasi Nitrat Pada Setiap Perlakuan

3.1 Posfat

Pada hari ke-10, nilai laju degradasi posfat setiap harinya mengalami peningkatan kecuali pada perlakuan kontrol. Nilai laju degradasi amoniak tertinggi pada perlakuan (P2) yaitu sebesar 55,73% dengan nilai posfat akhir yaitu 2,20 mg/l . Sedangkan nilai laju degradasi terendah pada perlakuan kontrol negatif (P0) sebesar 13,03% dengan nilai akhir 2,20 mg/l (**Gambar. 3.1**). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara nilai laju degradasi perlakuan kontrol negatif dengan 3 perlakuan lainnya ($P < 0,05$).



Gambar. 3.1: Laju degradasi Posfat Pada Setiap Perlakuan

2. Kisaran Rata-Rata Hasil Pengukuran Kualitas Air

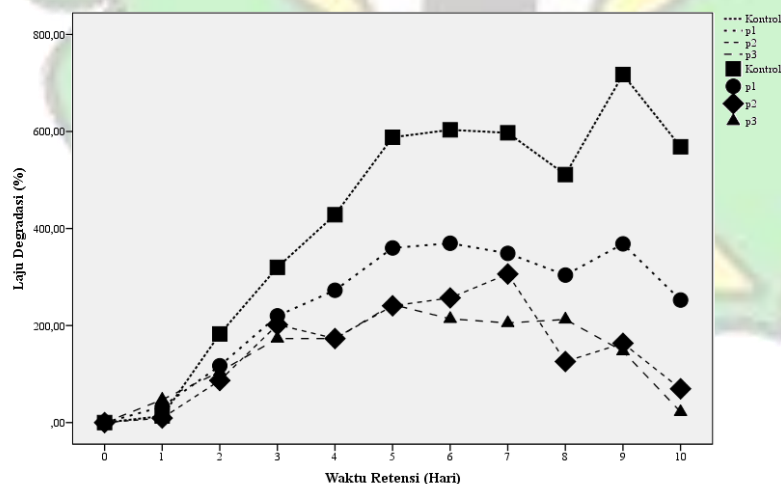
Selama penelitian parameter kualitas air fisika dan kimiawi yang diukur yaitu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut (DO). Kisaran hasil pengukuran kualitas air selama kegiatan pengkulturan *Spirulina* sp. Nilai kisaran pH pada perlakuan P0 sampai dengan P3 masih dalam kondisi yang normal yaitu sebesar 8-9,2. Nilai kisaran oksigen terlarut pada perlakuan P0 sampai P3 masih dalam batas optimal yaitu 5,02-6,37 mg/l. Sedangkan nilai kisaran salinitas pada perlakuan P0 sampai dengan P3 juga dalam kondisi yang normal dan tidak berbahaya bila berada di perairan (**Tabel 2**).

Tabel. 2. Kisaran Rata-Rata Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Satuan	Perlakuan			
		P0	P1	P2	P3
pH	-	8 - 9,4	8,7 – 9,2	7,8 – 9,2	8,1 – 9,2
Do	mg/l	5,02 – 6,44	5,07 – 6,24	5,32 – 6,23	5,05 – 6,37
Salinitas	Ppt	16 – 18	16 – 18	16 – 18	16 - 18

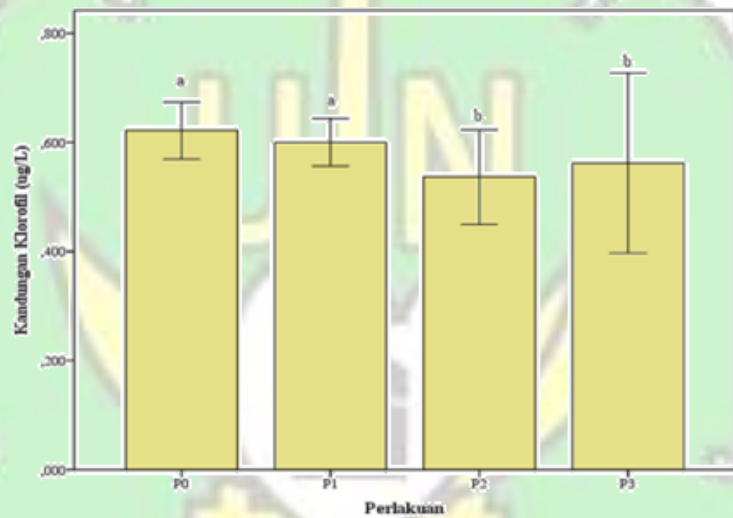
3. Pengamatan Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp.

Berdasarkan grafik pada (**Gambar. 3.1**), nilai kepadatan *Spirulina* sp. mulai mengalami peningkatan pada hari ke-2 sampai hari ke-4. Pada hari ke-5 sampai dengan hari ke-7 mengalami fase stasioner. Nilai tertinggi pada perlakuan kontrol di hari ke-9 dengan konsentrasi limbah (0%) yaitu 717,4%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai laju pertumbuhan perlakuan Kontrol positif lebih tinggi dibandingkan dengan Perlakuan lainnya ($P < 0,05$).

**Gambar. 3:** Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp.

4. Klorofil Total

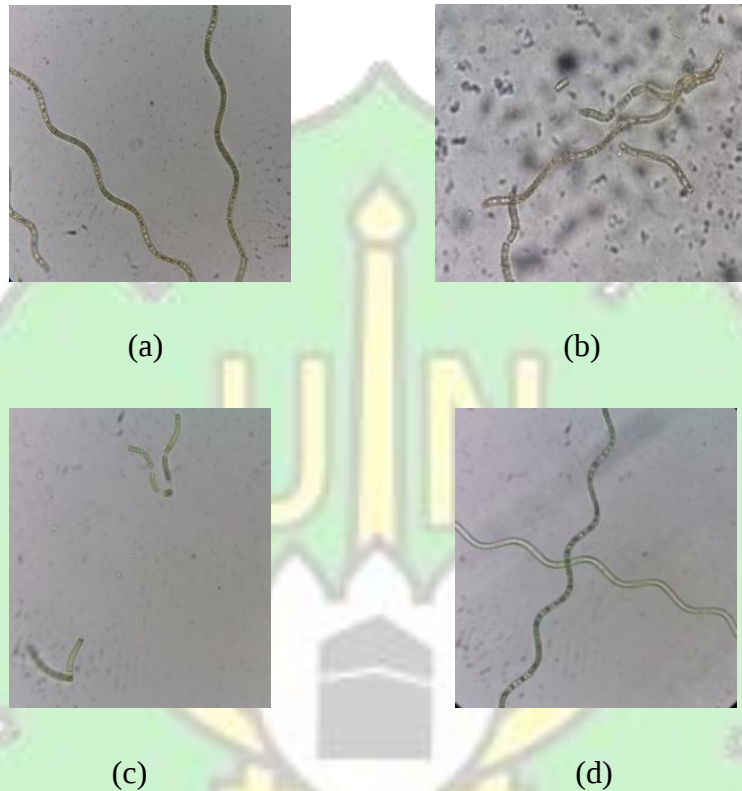
Kandungan klorofil pada masa akhir penelitian mengalami penurunan pada P2 (**Gambar 4**). Dengan rata-rata nilai terendah yaitu 0,536 $\mu\text{g/l}$ pada konsentrasi limbah 50%, sedangkan nilai klorofil tertinggi pada perlakuan kontrol positif yaitu 0,62. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa Kandungan Klorofil pada perlakuan kontrol positif lebih besar dibandingkan dengan perlakuan P1, dan Perlakuan P2 berbeda dengan P3. Sehingga nilai P0 berbeda nyata dengan 3 perlakuan lainnya ($P < 0,05$).



Gambar. 4: Kandungan Klorofil Total

5. Morfologi *Spirulina* sp.

Bentuk perbandingan *Spirulina* sp sebelum dan sesudah di paparkan limbah budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5 :Perbedaan Morfologi *Spirulina* sp. (a). Morfologi *Spirulina* sp Normal/ tanpa pemberian limbah, (b). Yang Sudah Terpapar Limbah (25%), dan (c) *Spirulina* sp. yang terpapar limbah 50%. (d) *Spirulina* sp. yang terpapar limbah 75%.

Bentuk morfologi *spirulina* sp. normal dan tidak normal akibat paparan limbah dapat lihat pada (**Gambar 5**). Morfologi *Spirulina* sp. normal atau tanpa pemeberian limbah bentuk tubuhnya masih menyerupai benang dan berbentuk selindris dan warnanya masih hijau pekat (**Gambar. 5a**). Sedangkan morfologi *Spirulina* sp. yang sudah terpapar limbah 25% mengalami perubahan bentuk dan warna, bentuk normal yang menyerupai benang setelah terpapar limbah berbentuk seperti benang yang

terputur-putus dan bentuknya tidak selindris lagi (**Gambar. 5b**). Kemudian pada (**Gambar. 5c**) dengan paparan limbah 50% bentuk *Spirulina* sp. terputus-putus kemudian terpisah-pisah menjadi potongan yang kecil-kecil dan warnanya hijau pudar. Setelah itu pada (**Gambar. 5d**) dengan paparan limbah 75% terjadi perubahan warna menjadi transparan.

B. Pembahasan

Berikut adalah hasil pengamatan pengukuran kualitas air setelah dilakukan proses fitoremediasi limbah budidaya ikan nila menggunakan *Spirulina* sp. Untuk parameter kimia nilai amoniak senilai 0,01 mg/l, Nitrat 5,27 mg/l, Posfat 2,20 mg/l, Salinias 18 ppt, dan pada Oksigen terlarut (DO) yaitu 5,02 mg/l. Sedangkan untuk parameter fisika nilai pH yaitu 8,9. Menurut Standar Baku Mutu PP No. 82 Tahun 2001, menetapkan bahwa untuk kegiatan Budidaya Ikan Air Tawar pada parameter fisika dan kimiawi air sebagai berikut, standar baku mutu oksigen terlarut yaitu 4 mg/l. Sedangkan untuk parameter lainnya seperti salinitas yaitu 15-30 ppt, standar baku mutu pH adalah 6-9, Amoniak $\leq 0,02 \text{ mg/l}$, Nitrat 10 mg/l, dan standar baku mutu posfat yaitu 0,2 mg/l.

Hasil diatas menunjukkan bahwa kandungan limbah budidaya ikan nila untuk parameter amoniak, nitrat, salinitas, DO dan pH masih dalam ambang batas normal atau dikatakan tidak berbahaya. Sedangkan nilai posfat sudah melewati ambang batas yang sudah ditentukan oleh Standar Baku Mutu PP No. 82 Tahun 2001.

Nilai laju degradasi amoniak setiap harinya mengalami peningkatan kecuali pada perlakuan kontrol. Nilai laju degradasi amoniak tertinggi pada perlakuan (P2) yaitu sebesar 49,33% dengan nilai amoniak akhir yaitu 0,01 . Sedangkan nilai laju degradasi terendah pada perlakuan kontrol negatif (P0) sebesar 6,57% (**Gambar. 1.1**). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara nilai laju degradasi perlakuan kontrol negatif dengan 3 perlakuan lainnya ($P < 0,05$).

Menurut, Standar Baku Mutu PP. No. 82 Tahun 2001, mengatakan bahwa untuk kegiatan budidaya ikan air tawar nilai amoniak $\leq 0,02$ mg/l apabila nilai amoniak lebih tinggi dari standar baku mutu, hal itu akan bersifat racun bagi biota laut. Amoniak merupakan senyawa yang tidak berbahaya apabila terionisasi dalam bentuk (NH_4^+) tidak bersifat beracun pada ikan dan udang, sedangkan Amoniak atau dalam bentuk tak terionisasi (NH_3) bersifat beracun dalam konsentrasi yang tinggi (Supono, 2016).

Pada hari ke-10, nilai laju degradasi nitrat tertinggi yaitu pada P3 dengan konsentrasi limbah 75% dengan nilai tertinggi 72,27% dengan nilai akhir nitrat yaitu 5,27 mg/l. Nilai terendah laju degradasi nitrat pada perlakuan P1 dengan nilai 48,40% dengan nilai akhir 5,27 mg/l (**Gambar. 2.1**). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa laju degradasi Nitrat antar perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Pada hari ke-10, nilai laju degradasi posfat setiap harinya mengalami peningkatan kecuali pada perlakuan kontrol. Nilai laju degradasi amoniak tertinggi pada perlakuan (P2) yaitu sebesar 55,73% dengan nilai posfat akhir yaitu 2,20 mg/l . Sedangkan nilai laju degradasi terendah pada perlakuan kontrol negatif (P0) sebesar 13,03% dengan nilai akhir posfat yaitu 2,20 mg/l (**Gambar. 3.1**). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara nilai laju degradasi perlakuan kontrol negatif dengan 3 perlakuan lainnya ($P < 0,05$).

Berdasarkan grafik pada (**Gambar. 3**), nilai kepadatan *Spirulina* sp. mulai mengalami peningkatan pada hari ke-2 sampai hari ke-4. Pada hari ke-5 sampai dengan hari ke-7 mengalami fase stasioner. Nilai tertinggi pada perlakuan kontrol di hari ke-9 dengan konsentrasi limbah (0%) yaitu 717,4%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai laju pertumbuhan perlakuan Kontrol positif lebih tinggi dibandingkan dengan Perlakuan lainnya ($P < 0,05$).

Dapat dilihat dari hasil yang didapat bahwa kepadatan yang paling tertinggi pada hari ke-2 sampai dengan hari ke-4, jadi fase yang terjadi pada hari tersebut yaitu fase eksponensial (Hu, 2004). Hidayanto dan Azim, (2012), mengatakan bahwa pada fase eksponensial menandakan keadaan pertumbuhan mikroalga seimbang antara asupan makanan dengan kenaikan mikroalga.

Sedangkan pada hari ke-5 sampai dengan ke-7 mengalami fase stasioner. Fase stasioner merupakan fase pertumbuhan mikroalga dalam kondisi konstan atau tidak adanya perubahan karena terbatasnya kandungan nutrisi (Brown *et.al.*, 2017).

Salah satu kandungan nutrisi yang mendukung pertumbuhan *Spirulina* sp. diantaranya nitrogen. Apabila konsentrasi nitrogen tinggi maka akan sangat berpengaruh terhadap kelimpahan sel *Spirulina* sp. (Suminto, 2009). Nutrisi yang cukup dapat memudahkan *Spirulina* sp. dalam berkembang biak sehingga mencapai pertumbuhan yang maksimal. Selain itu, pertumbuhan *Spirulina* sp. mengalami penurunan atau kematian pada hari ke-8. Apabila terjadinya penurunan populasi diakibatkan dari kurangnya nutrisi. Pemberian konsentrasi nutrisi yang berlebih juga akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan *Spirulina* sp. karena akan menimbulkan racun sehingga menghambat pertumbuhan. Menurut Subarijanti (2005) apabila dosis pemberian nutrisi semakin tinggi maka tingkat kekeruhan juga semakin tinggi menyebabkan rendahnya penetrasi cahaya sehingga terganggunya proses fotoautotrofik dari mikroalga.

Selain faktor nutrisi pertumbuhan *Spirulina* sp. juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Astiani *et al.*, 2016). Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton selama kultur adalah kualitas air yaitu faktor fisika dan kimiawi dari medianya. Menurut Yusuf *et al.*, 2012, mengatakan faktor fisika meliputi intensitas cahaya, suhu, dan aerasi. Sedangkan faktor kimiawi meliputi pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), fosfat, dan nitrat.

Selama penelitian parameter kualitas air fisika dan kimiawi yang diukur yaitu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut (DO). Kisaran hasil pengukuran kualitas air selama kegiatan pengkulturan *Spirulina* sp. Nilai kisaran pH pada perlakuan P0 sampai dengan P3 masih dalam kondisi yang normal yaitu sebesar 8-9,2. Nilai kisaran oksigen terlarut pada perlakuan P0 sampai P3 yaitu 5,02-6,37 mg/l masih dalam batas maksimal didalam perairan. Sedangkan nilai kisaran salinitas pada perlakuan P0 sampai dengan P3 juga dalam kondisi yang normal dan tidak berbahaya bila berada di perairan (**Tabel 2**).

Kandungan klorofil pada masa akhir penelitian mengalami penurunan pada P2 (**Gambar 4**). Dengan rata-rata nilai terendah yaitu 0,536 $\mu\text{g/l}$ pada konsentrasi limbah 50%, sedangkan nilai klorofil tertinggi pada perlakuan kontrol positif yaitu 0,62%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa Kandungan Klorofil pada perlakuan kontrol positif lebih besar dibandingkan dengan perlakuan P1, dan Perlakuan P2 berbeda dengan P3. Sehingga nilai Perlakuan kontrol positif berbeda nyata dengan 3 perlakuan lainnya ($P < 0,05$).

Penurunan jumlah klorofil dapat diakibatkan dari unsur hara yang terkandung didalam media salah satunya yaitu nitrogen. Apabila jumlah nitrogen tinggi didalam suatu media maka akan mengakibatkan terhambatnya proses sintesis klorofil dan juga proses fotosintesis. Menurut Sartika *et. al.*, 2014, mengatakan apabila unsur-unsur hara yang terdapat dalam media 50% terlalu tinggi maka akan menyebabkan sintesis klorofil dan proses fotosintesis terhambat. Komarawidjaja (2010) juga menyatakan bahwa mikroalga tidak dapat hidup dalam media limbah cair organik dengan konsentrasi $> 40\%$.

Bentuk morfologi *spirulina* sp. normal dan tidak normal akibat paparan limbah dapat lihat pada (**Gambar 5**). Morfologi *Spirulina* sp. normal bentuk tubuhnya masih menyerupai benang dan berbentuk selindris dan warnanya masih hijau pekat (**Gambar. 5a**). Sedangkan morfologi *Spirulina* sp. yang sudah terpapar limbah mengalami perubahan bentuk dan warna, bentuk

normal yang menyerupai benang setelah terpapar limbah berbentuk seperti benang yang terputur-putus dan bentuknya tidak selindris lagi (**Gambar. 5b**). Kemudian pada (**Gambar. 5c**) bentuknya terputus-putus kemudian terpisah-pisah menjadi potongan-potongan kecil dan warnanya juga berubah menjadi hijau pudar. Setelah itu pada (**Gambar. 5d**) warnanya berubah menjadi transparan.

Hal itu disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi limbah yang di masukkan kedalam media tumbuh *Spirulina* sp. maka kandungan klorofil dan pigmen fikobiliprotein semakin berkurang. Tingginya konsentrasi limbah yang dimasukkan akan mengubah kandungan klorofil dan pigmen fotosintesis fikobiliprotein meskipun limbah tersebut termasuk limbah cair organik. Pada kloroplas terdapat membran tilakoid yang berfungsi sebagai tempat proses fotosintesis (Olivares, 2003). Konsentrasi limbah yang diberikan berlebih mengakibatkan terjadinya kerusakan sehingga menghambat proses respirasi dan dapat merusak dinding sel, sitoplasma, mitokondria, serta kloroplas (Cavet et al., 2003).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. *Spirulina* sp. efektif dalam mendegradasi limbah budidaya ikan nila dengan nilai P0 berbeda nyata dengan 3 perlakuan lainnya ($P < 0,05$).
2. Limbah budidaya ikan nila dengan konsentrasi yang berbeda sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp.. semakin tinggi konsentrasi limbah yang diberikan maka semakin rendah laju pertumbuhan *Spirulina*. Jadi batas optimum konsentrasi limbah yang baik untuk pertumbuhan *Spirulina* yaitu pada konsentrasi 25%.

B. Saran- Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang kandungan lipid dan protein dari *Spirulina* sp. yang dipelihara pada media limbah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).
2. Perlu dilakukan pengujian klorofil pada awal penelitian agar mudah membandingkan nilai Awal dan Akhir penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams M. 2005. *Superfood for optimum health : Chlorella and Spirulina*. New York: Truth Publishing International, Ltd. 26.
- Agusnar. 2008. *Analisa Pencemaran dan Pengendalian Pencemaran*. Medan. USU Press. 17 - 18.
- America Public Health Association (APHA). 2005. *Standart Methods for examination of water and wastewater 22nd Edition*. Virginia. America Public Health Association.
- Andersen, A. Robert. 2005. *Alga Culturing Tehniques*. Elsevier Academic Press. USA.
- Andriani, E.D. 1999. Kondisi Fisika- Kimiawi Air Perairan Pantai Sekitar Tambak Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Jepara, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Apriadi T, Pratiwi TMP, Hariyadi S. 2014. Fitoremediasi limbah budidaya sidat menggunakan filamentous algae (*Spirogyra sp.*). *Depik*, 3(1): 46-55.
- Arif, P. 1997. *Aplikasi SPSS 10.05 dalam Statistik dan Rancangan Percobaan*. Jakarta. Alfabeta Press.
- Ariyati, S., 1998. *Pengaruh Salinitas dan Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Populasi Spirulina sp.*, Jurusan Biologi. Akultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology – A Practicial Guide Book*. Louisiana. The World Aquaculture Society United State. Hal: 182.
- Borowitzka MA & Borowitzka LJ. 1988. *Micro-algal biotechnology*. Cambridge : Cambridge University Press. 477 pp.
- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in Pond for Aquaculture*. Auburn University, Alabana. Departement of Fisheries and Allied Aquacultures, USA, 482.
- Bratvold,D., Browdy,C. L. 2001. Effect Of Sand Sediment And Vertical Surfaces Surface Aquamatstm On Production, Water Quality, And Microbial Ecology In An Intensive Litopenaeus vannamei Culture System. *Aquaculture*. No. 195. Hal: 81-94.

- Brock, T. D. & M. T. Madigan. 1991. *Biology of Microorganisms*. 6th Ed. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey.
- Brown M.R., Jeffrey S.W., Volkman J.K., dan Dunstan G.A. 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*. No. 151. Hal: 315-331.
- Burford MA, Thompson PJ, McIntosh RP, Bauman RH, Pearson DC. 2003. Nutrient and Microbial Dynamics in High-Intensity, Zero-Exchange Shrimp Ponds in Belize. *Aquaculture*, 219(1 – 4): 393 – 411.
- Carrieri, D., Momot, D., Brasg, I.A., Ananyev, G., Lenz, O., Bryant, D.A. Dismukes, G.C. 2010. Boosting autofermentation rates and product yields with sodium stress cycling: Application to production of renewable fuels by cyanobacteria. *Journal Applied and Environmental Microbiology*. Vol. 76, No.19. Hal: 6455- 6462.
- Chaijak P, Lertworapreecha M, Sukkasem C. 2017. Decolorization and Phenol Removal of Palm Oil Mill Effluent by Termite-Associated Yeast. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering*, 11(1): 29- 32.
- Chien, T.S. and J.C. Chen. 1987. Acute Toxicity of Ammonia to Larvae of The Tiger Prawn, *Panaeus Monodon*. *Aquaculture*. Vol. 6. Hal: 247 -253.
- Choi, 2013. *An analysis of Australian company carbon emission disclosures*. Pacific Accounting Review, Vol. 25, No. 1. Hal: 58-79.
- Ciferri, O. 1983. Spirulina, The Adible Microorganism. America Society for Microbiology. *Microbiological*. Vol. 4. Hal: 551-578.
- Cohen Z., Vonshak A., and Richmond A. 1987. *Fatty sp. (Arthospira) grown on digested pig waste Biores. acid composition of Spirulina strains grown under var-Technol*. No. 77. Hal: 19 -24.
- Crab, R., Y. Avnimelech, T. Defoirdt, P. Bossier, and Verstraete. 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for Sustainable production. *Aquaculture*. No. 270. Hal : 1-4.
- Cunningham SD, Berti WR, and Huang JW. 1995. *Remediation of contaminated soils and sludges by green plants in Bioremediation of inorganics*. Ohio. Battelle Press.

- Delis PC, Effendi H, Krisanti M, Hariyadi S. 2015. Treatment of aquaculture wastewater using *Vetiveria zizanioides* (Liliopsida, Poaceae). *AACL Bioflux*, 8(4): 616-625.
- Devi MG, Shinoon Al-Hashmi ZS, Sekhar GC. 2012 Treatment of vegetable oil mill effluent using crab shell chitosan as adsorbent. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9: 713-718.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta (ID): Kanisius, 258 pp.
- Effendi H, Utomo BA, Darmawangsa GM. 2015. Phytoremediation of freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus*) culture wastewater with spinach (*Ipomoea aquatica*) in aquaponic system. *AACL Bioflux*, 8(3): 421- 430.
- Estuningsih SP, Juswardi, Yudono B, Yulianti R. 2013. *Potensi Tanaman Rumput Sebagai Agen Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi*. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung: 365 – 369.
- Ferianita-Fachrul, M., Haeruman, H., Sitepu, L.C. 2005. *Komunitas Fitoplankton sebagai Bio- Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta*. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA- Universitas Indonesia, 24–26 November 2005. Jakarta.
- Fogg, G.E. 1975. *Algal Culture and Phytoplankton Ecology*. The University of Wincosin Press, London.
- Goldman, C. J. 1980. *Physiological Aspect In Algae Culture*. Elsevier. Nort Holland Biological press.
- Hariati A, Malik S. Abdul, dan Simon S. Patty. 2015. Zat Hara (Fosfat, Nitrat), Oksigen Terlarut dan pH Kaitannya dengan Kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. Pusat Penelitian Laut Dalam Ambon-LIPI. Vol.1, No. 1. Hal: 44.
- Haryati, R., 2008. Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. dalam Skala Laboratoris . Laboratorium Ekologi dan Biosismatik Fakultas Matematika dan IPA. Universitas Diponegoro.
- Hargreaves, J. A. 1999. *Control of Clay Turbidity in Ponds*. Southern Regional Aquaculture Center (SARC), Publication No.460. May.
- Hasanudin, M. 2012. Pengaruh Perbedaan Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Kadar Lipid Mikroalga *Scenedesmus* sp. yang

- dibudidayakan pada Limbah Cair Tapioka. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri. Malang.
- Henrickson, R. 2009. *Earth food Spirulina*. Ed Ke-6. Hawai: Ronore Enterprises, Inc.
- Henrikson R. 1989. *Earth Food Spirulina*. San Rafael, California, USA, Ronorc Enterprises, Inc.
- Hongmei, G., Yunlai, T., Jia, W., Xiaogang, W., Lixin, Z., and Congming L., 2008. Characterization of photosystem II in salt –stressed cyanobacterial *Spirulina platensis* cells. *Biochimica et Biophysica acta*. No. 1777. Hal : 488 - 495.
- Isnansetyo, A & Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton Pakan Alam untuk Pembenihan Organism Laut*. Kanisius. Yogyakarta. 116 pp.
- Izzati, M. 2011. Perubahan Konsentrasi Oksigen dan pH Terhadap Perairan Tambak Setelah Ditambahkan Rumput Laut *Sargasum plagyophyllum* dan Ekstraknya. *Skripsi*. Universitas Diponegoro.
- Jamal E, Pieris N, Piris F, Sudharma R, Septiningsih E. 2013. Konsentrasi Amonia, Nitrit Dan Fosfat Pada Lingkungan Budidaya Ikan Di Perairan Poka Teluk Ambon Dalam. *Jurnal TRITON*, 9(2): 87-93.
- Karakassis I, Pitta P, Krom MD. 2005. Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. *Scientia Marina*. 69(2): 313-321.
- Kartikasari, D. 2010. Pengaruh Penggunaan Media Yang Berbeda Terhadap Kemampuan Penyerapan Logam Berat Pb Pada *Nannochloropsis sp.* *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Kir M, Kumlu M, Eroldogan OT. 2004. Effects of Temperature on Acute Toxicity of Ammonia to *Penaeus semisulcatus* Juveniles. *Aquaculture*, 241: 479–489.
- Kittiwanih J, Songsangjinda P, Yamamoto T, Fukami K, Muangyao P. 2012. Modeling The Effect of Nitrogen Input From Feed on The Nitrogen Dynamics in an Enclosed Intensive Culture Pond of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). *Coastal Marine Science*, 35(1): 39–51.

- Kumar, N. PBA., Dushenkov, V., Motto, H., and Raskin, I. 1995. Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils. *Environmental Science and Technology*. Vol. 29, No. 5. Hal : 687-690.
- Liu, L.C., Guo, B.J., and Ruan, J.S. 1991. *Antitumour Activity of Polysaccharides Extracted from Spirulin Oceanogr*. Vol. 5. Hal: 33-37 .
- Lutama D, Winarso S, Setiawati TC. 2015. Uji Efektifitas Pertumbuhan *Spirulina* sp. pada Limbah Cair Tahu yang Diperkaya Urea dan Super Phosphate 36 (Sp 36). *Berkala Ilmiah Pertanian*, Vol . 10, No. 10. Hal: 1-5.
- Marlina E & Rakhmawati. 2016. Kajian Kandungan Ammonia Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Teknologi Akuaponik Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*, 181 – 187.
- Murniyati FR, Dewi, Peranginangin R. 2014. *Teknik pengolahan tepung kalsium dari tulang ikan nila*. Penebar Swadaya, Jakarta. Hal:74.
- Niva M. 2007. All foods affect health: Understandings of functional food and healthy eating among health-oriented Finns. *Appetite*, 48: 384–393.
- Novery K, Sutrisno E, Hanif M. 2016. Optimasi Proses Likuifaksi Mikroalga *Spirulina* sp. Untuk Produksi Bahan Bakar Cair Menggunakan Metode Respon Permukaan: Pengaruh Tekanan Awal dan Konsentrasi Katalis. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2): 1 – 12.
- Nurfadillah, Awaliya NA, Nurinsa. 2017. Fitoremediasi Limbah Domestik (Detergent) Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk mengatasi Pencemaran lingkungan. *Jurnal PENA*, 3(2): 577.
- Nur Fatmawati. 2013. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *Biogenesis*, 1(1): 74-83.
- Nurchayati Y. & Setiari N. 2009. Eksplorasi Kandungan Klorofil pada beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar Makanan Tambahan. *Bioma*, 11(1): 6-10.
- Nainngola J.GM, 2018. Pertumbuhan Biomassa *Spirulina Platensis* Dengan Pemberian Nutrisi Yang Berbeda Pada Skala Indoor Dan Semi Outdoor. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru. Hal: 5-6.

- Octhreeani, A. M., Supriharyono, Prijadi Soedarsono. 2014. Pengaruh Perbedaan Jenis Media terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dilihat dari Kepadatan Sel dan Klorofil a pada Skala Semi Massal. *Journal Management of Aquatic Resources*. Vol. 3, No. 2. Hal: 102-108.
- Ogawa T. & Terui G. 1970. Studies on the Growth of *Spirulina platensis*. (I) on the Pure Culture of *Spirulina platensis*. *Journal of Fermentation Technology*, 48 (6): 361-367.
- Prambodo MS, Hariyati R, Soeprbowati TR. 2016. *Spirulina platensis* Geitler sebagai Fikoremediator Logam Berat Pb Skala Laboratorium. *Bioma*, 18 (1): 64-69.
- Pratama E, 2017. Fitoremediasi Limbah Budidaya Pendederan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) Menggunakan *Spirulina* sp. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, lampung.
- Purwandari Yusrianti. 2017. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Gurami (*Osphronemus Goramy*) Menggunakan Selada Romain (*Lactuca Sativa* L. Var. *Longifolia*). *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ratnasari E., Wisanti, dan Puspita Sari S.A. 2012. Pengaruh Pemberian Jenis Pupuk yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Populasi dari Kadar Lemak *Nannochloropsis oculata*. *LenteraBio*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya. Vol. 1, No. 1. Hal: 55-6.
- Relf, D. 1996. *Plant Actually Clean the Air*. Blacksburg. Consumer Horticulture, Virginia Tech.
- Roberfroid MB. 2000. An European consensus of scientific concepts of functional foods. *Nutrition*, 16 (7-8): 689–691.
- Rohmah Siti Nafsatul. 2017. Konsep Kebersihan Lingkungan dalam Prespektif Pendidikan Islam. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Agama Islam, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri (Iain) Salatiga, Salatiga.
- Santosa A, Utomo Priyo NM, Budiardi T. 2010. Pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Spirulina* sp. pada fotoperiode yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9(2): 146-156.

- Saputra DA, Haeruddin, Widyorini N. 2016. Efektivitas Kombinasi Mikroorganisme dan Tumbuhan Air *Lemna Minor* Sebagai Bioremediator dalam Mereduksi Senyawa Amoniak, Nitrit, dan Nitrat pada Limbah Pencucian Ikan. Diponegoro. *Journal of Maquares Management of Aquatic Resources*, 5(3): 80-90.
- Septiana, I. 2016. Pertumbuhan dan Kandungan Karotenoid Mikroalga *Dunaliella* sp. dalam Media Ekstrak Daun Lamtoro. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung, Lampung.
- Simanjuntak, M. 2012. Kualitas air laut ditinjau dari aspek zat hara, oksigen terlarut dan pH di perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol.4, No. 2. Hal: 290-303.
- Sumiarsa, D., Jatnika, R., Kurnani TB., Lewaru, M. 2011. Perbaikan kualitas limbah cair peternakan sapi perah oleh *Spirulina* sp.. *Jurnal Akuatika*. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Jurusan Kimia FMIPA UNPAD. Vol.2, No. 2.
- Summerfelt ST, Wilton G, Roberts D, Rimmerd T, Fonkalsrud, K. 2004. Developments in Recirculating Systems for Arctic Char Culture in North America. *Aquacultural Engineering*, 30(1 – 2): 31–71.
- Supono. 2016. *Sistem Heterotrof (Biofloc) Dalam Budidaya*. Bandar Lampung. Universitas Lampung.
- Stanca D, Popovici E. 1996. Urea as nitrogen source in modified Zarrouk medium. *Journal of Biology*. Veg. No. 41. Hal: 25-31.
- Taw, N. 1990. *Petunjuk Pemeliharaan Kultur Murni dan Massal Mikroalga*. Proyek Pengembangan Udang. United nations development Programme, Food and Agriculture Organizations of the United Nations.
- Tokusoglu, O., M.K. Unal. 2006. Biomass nutrient profile of three microalgae: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* and *Isochrysis galbana*. *Journal Food Sci*. Vol. 86, No. 4. Hal: 1144 - 1148.
- Tomaselli L. 1997. Morphology, Ultrastructure and Taxonomy of *Arthrospira (Spirulina) maxima* and *Arthrospira (Spirulina) platensis*. Di dalam : Vonshak A, editor. *Spirulina platensis (Arthrospira)*. Physiology, Cellbiology and Biotechnology. Taylor&Francis, Bristol, USA.
- Van Rijn J. 2012. Waste treatment in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 53: 49 – 56.

- Vonshak, A., S. Boussiba; A. Abeliovich & A. Richmond. 2004. Production of *Spirulina platensis* biomass: Maintenance of monoalgal culture outdoors. *Biotech and Bioengineering*. Vol. 25, No. 2. Hal: 341-349.
- Wahyuningsih S, Effendi H, Wardiatno Y. 2015. Nitrogen removal of aquaculture wastewater in aquaponic recirculation system. *AACL Bioflux*. 8(4): 491-499.
- Winarti. 2003. Pertumbuhan *Spirulina* yang dikultur dengan Pupuk Komersil (Urea, TSP, dan ZA) dan Kotoran Ayam. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.



LAMPIRAN 1

(Alur penelitian)

Pengambilan Sampel *Spirulina* sp.
dan Limbah Ikan Nila di BPBAP
Ujung Batee Aceh Besar

- *Spirulina* sp. dikultur selama 3 hari dan diberikan pupuk Walne
- 50 L limbah ikan nila diagitasi kemudian disterilkan menggunakan autoklaf

Kultur *Spirulina* sp.

- *Spirulina* sp. yang telah berumur tiga hari dijadikan inokulan untuk kemudian ditebarkan pada media perlakuan.
- Limbah yang sudah diaduk kemudian dimasukan kedalam wadah kultur ukuran 5000 ml sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan
- Perlakuan kontrol positif : 0 ml limbah + 3000 ml air laut steril;
- Perlakuan kontrol negatif (P0) : 3000 mL limbah (tanpa penambahan spirulina)
- Perlakuan 1: 25% limbah (750 mL limbah + 2250 mL air laut steril);
- Perlakuan 2: 50% limbah (1500 mL limbah + 1500 mL air laut steril);
- Perlakuan 3 75% limbah (2250 mL limbah + 750 mL air laut steril).
- Setiap perlakuan kecuali perlakuan kontrol negatif ditambahkan inokulan spirulina sebanyak 500 mL.
- Setiap media pemaparan dilengkapi dengan aerasi guna mencegah pengendapan limbah pada dasar erlemeyer.

Fitoremediasi

- Tahap fitoremediasi dilakukan selama 10 hari dan pemberian pupuk dihentikan.

Pengukuran Laju Efisiensi Degradasi Limbah

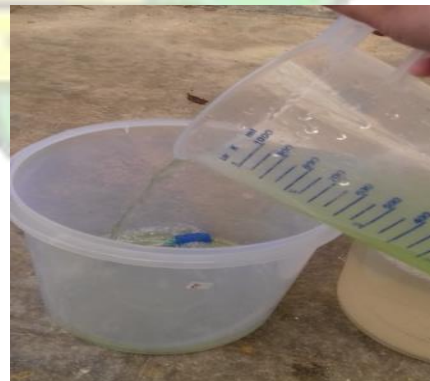
- Laju degradasi menggunakan rumus:

$$\text{laju degradasi} = \frac{C_0 \times C_t}{C_0} \times 100$$
- Pengukuran parameter kimiawi seperti posfat, amoniak, nitrat, pH, DO, dan salinitas dilakukan setiap 2 hari sekali
- Laju pertumbuhan *Spirulina* sp. diukur setiap hari menggunakan spektrofotometer uv-vis dengan panjang gelombang 680 nm.
- Pengukuran klorofil dilakukan pada hari terakhir menggunakan spektrofotometer.
- Morfologi *Spirulina* sp. menggunakan mikroskop dengan pebesaran 10x40

Analisis data

LAMPIRAN 2

(Proses Pengkulturan: Pengambilan Limbah, Sterilisasi, dan Pengambilan Inokulan *Spirulina* sp. yang Akan Dikulturkan)





LAMPIRAN 3

(Pengecekan dan Pengujian Parameter Fisika dan Kimiawi)



LAMPIRAN 4

(Morfologi *Spirulina* sp. Sebelum dan Sesudah di Paparkan Limbah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*))

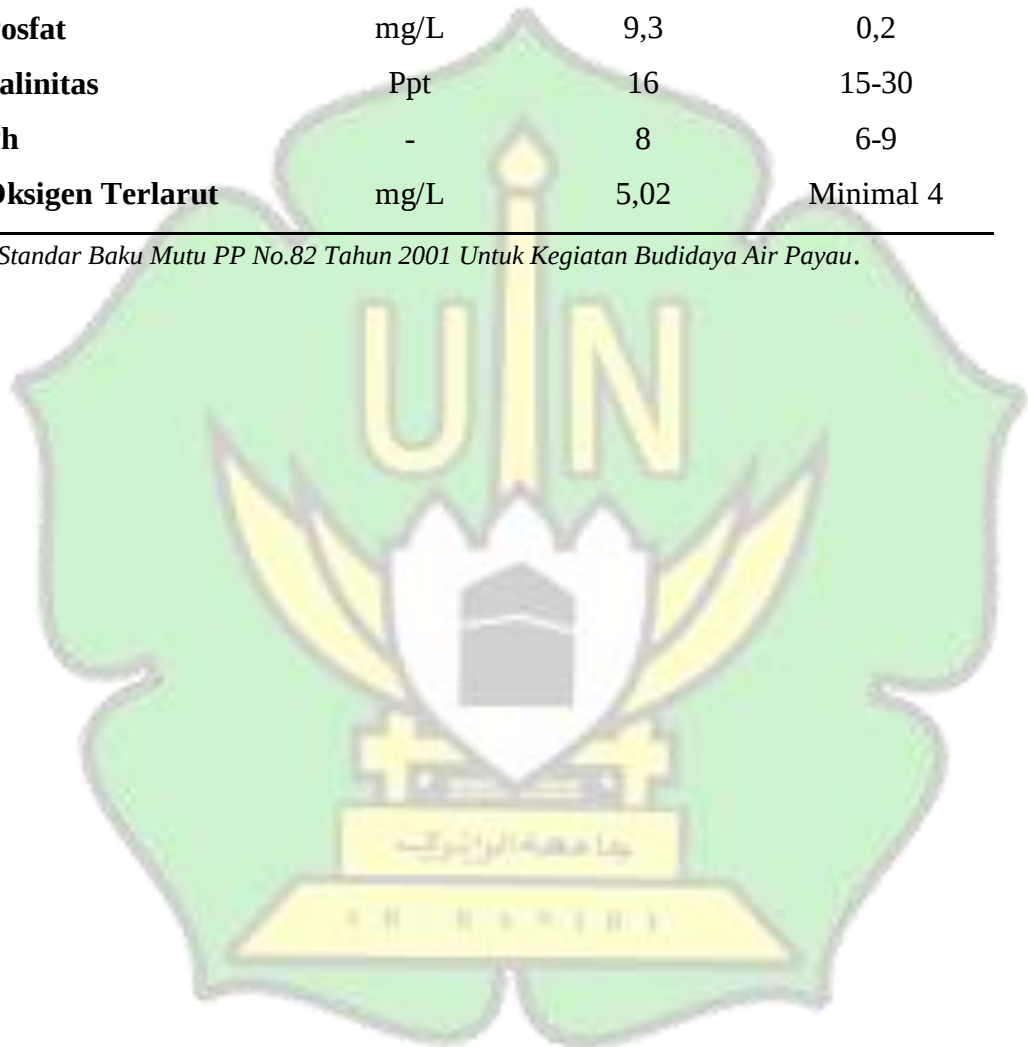


LAMPIRAN 5

Tabel 1. Karakteristik Limbah Budidaya Ikan Nila

Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu*
Amoniak	mg/L	0,26	$\leq 0,02$
Nitrat	mg/L	20,2	10
Posfat	mg/L	9,3	0,2
Salinitas	Ppt	16	15-30
Ph	-	8	6-9
Oksigen Terlarut	mg/L	5,02	Minimal 4

*Standar Baku Mutu PP No.82 Tahun 2001 Untuk Kegiatan Budidaya Air Payau.



LAMPIRAN 6

(SK Pembimbing Skripsi)

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Nomor: B-093/Un.08/FST/KP.07.6/05/2019

TENTANG

PENETAPAN PEMBIMBING MAHASISWA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.

Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang Perubahan Peraturan Pemerintah RI No. 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan IAIN Ar-Raniry Banda Aceh Menjadi UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Republik Indonesia No.21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry;
9. Keputusan Menteri Agama No.492 Tahun 2003, tentang Pendeklarasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan, dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;
10. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2018 tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2015 di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
11. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 1206 Tahun 2018, tentang mengangkat Dekan Fakultas, Wakil Dekan Fakultas, Direktur Pascasarjana, dan Wakil Direktur Pascasarjana UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 15 Maret 2019.

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
Pertama : Menunjuk Saudara:
1. Lina Rahmawati, M.Si
2. Ilham Zulfahmi, M.Si.
Sebagai Pembimbing Pertama
Sebagai Pembimbing Kedua

Untuk membimbing Skripsi:

Nama : Ziah Mauretsa
NIM : 150703084
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Menggunakan *Sprullina* sp. Di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Ujong Batee, Aceh Besar

Kedua : Pembiayaan honorarium Pembimbing pertama dan kedua tersebut di atas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

Ketiga : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Genap Tahun Akademik 2019/2020;

Keempat : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di: Banda Aceh

Pada Tanggal: 2 Mei 2019

An. Rektor
Dekan,

Azhar Amsal

Tembusan:

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

LAMPIRAN 7
(Surat Izin Penelitian)



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Syekh Abdurrauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telp: (0651) 7552921 - Fax: (0651) 7552922 - Email: fst@arraniry.ac.id

Nomor : B- 874 /Un.08/FST/TL.00/ 05 /2018
Lamp : -
Hal : Mohon Izin Untuk Mengumpul Data
Menyusun Skripsi

Kepada Yth.

Kepala Laboratorium Biologi Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan (FKIP)
Universitas Syiah Kuala Banda Aceh

di -
Banda Aceh

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini memohon kiranya saudara memberi izin dan bantuan kepada:

N a m a	: ZIAH MAURETSA
N I M	: 150703084
Prodi / Jurusan	: Biologi
Semester	: VIII
Fakultas	: Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
A l a m a t	: Gampong Kuta Lhoksukon, Kec. Aceh Utara

Untuk mengumpulkan data pada:

Laboratorium Biologi Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Syiah Kuala Banda Aceh

Dalam rangka menyusun Skripsi Sarjana Strata Satu (S1) sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang berjudul:

Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Nila, Oreochromis Niloticus (Linnaeus, 1758)
Menggunakan Spirulina Sp. Di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Ujung Batee Aceh Besar

Demikianlah harapan kami atas bantuan dan keizinan serta kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih

Banda Aceh, 23 Mei 2019

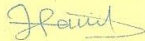
Wakil Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan,

Khairiah Syahabuddin

Kode: 1057

LAMPIRAN 8
(Surat Telah Melakukan Penelitian)

	KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN DIREKTORAT JENDERAL PERIKANAN BUDIDAYA LABORATORIUM BALAI PERIKANAN BUDIDAYA AIR PAYAU UJUNG BATEE Jln. Laksamana Malahayati Km. 16 Ujung Batee Po. Box. 46, Banda Aceh 23000 Telp. 08116811448
<u>TANDA TERIMA LAPORAN HASIL UJI (LHU)</u>	
Nomor LHU : 030/Lhu/Kpmp. UB/U/11/2019 . Nomor Contoh : air . Tanggal Pengiriman Contoh : Selasa, 09 Juli 2019 . Nama Pengirim Contoh : Ziah Maureta . Tanggal Penyerahan LHU : Nama Penerima LHU :	Banda Aceh, 16 Juli - 2019 . Yang Menyerahkan,  (.....Ziah Maureta.....)
Lembar Putih : Untuk Administrasi, Kuning : Untuk Customer.	



LAMPIRAN 9

(Analisis Data Amoniak)

```
ONEWAY VAR00001 BY amoniak
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=LSD ALPHA(0.05).
```

Oneway

Notes	
Output Created	26-JUL-2019 12:56:06
Comments	
Data	C:\Users\WINDOWS\Documents\data.sav
Active Dataset	DataSet1
Filter	<none>
Weight	<none>
Split File	<none>
N of Rows in Working Data File	12
Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
Missing Value Handling	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Cases Used	ONEWAY VAR00001 BY amoniak
Syntax	/MISSING ANALYSIS /POSTHOC=LSD ALPHA(0.05).
Processor Time	00:00:00,02
Resources	Elapsed Time 00:00:00,02

[DataSet1] C:\Users\WINDOWS\Documents\data.sav

ANOVA

VAR00001

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1820,002	3	606,667	9,994	,004
Within Groups	485,640	8	60,705		
Total	2305,643	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00001

LSD

(I) amoniak	(J) amoniak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
P0	p1	33,20000 [*]	6,36160	,001	18,5301	47,8699
	P2	22,50000 [*]	6,36160	,008	7,8301	37,1699
	P3	25,13333 [*]	6,36160	,004	10,4634	39,8032
p1	P0	-33,20000 [*]	6,36160	,001	-47,8699	-18,5301
	P2	-10,70000	6,36160	,131	-25,3699	3,9699
	P3	-8,06667	6,36160	,240	-22,7366	6,6032
P2	P0	-22,50000 [*]	6,36160	,008	-37,1699	-7,8301
	p1	10,70000	6,36160	,131	-3,9699	25,3699
	P3	2,63333	6,36160	,690	-12,0366	17,3032
P3	P0	-25,13333 [*]	6,36160	,004	-39,8032	-10,4634
	p1	8,06667	6,36160	,240	-6,6032	22,7366
	P2	-2,63333	6,36160	,690	-17,3032	12,0366

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

LAMPIRAN 10
(Analisis Data Posfat)

Test of Homogeneity of Variances
VAR00001

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,339	3	8	,077

ANOVA

VAR00001

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3784,642	3	1261,548	19,957	,000
Within Groups	505,707	8	63,213		
Total	4290,349	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00001

	(I) posphat	(J) posphat	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	P0	p1	-42,70000*	6,49170	,001	-63,4887	-21,9113
		P2	-42,70000*	6,49170	,001	-63,4887	-21,9113
		P3	-36,30000*	6,49170	,002	-57,0887	-15,5113
	p1	P0	42,70000*	6,49170	,001	21,9113	63,4887
		P2	,00000	6,49170	1,000	-20,7887	20,7887
		P3	6,40000	6,49170	,761	-14,3887	27,1887
	P2	P0	42,70000*	6,49170	,001	21,9113	63,4887
		p1	,00000	6,49170	1,000	-20,7887	20,7887
		P3	6,40000	6,49170	,761	-14,3887	27,1887
	P3	P0	36,30000*	6,49170	,002	15,5113	57,0887
		p1	-6,40000	6,49170	,761	-27,1887	14,3887
		P2	-6,40000	6,49170	,761	-27,1887	14,3887
LSD	P0	p1	-42,70000*	6,49170	,000	-57,6699	-27,7301
		P2	-42,70000*	6,49170	,000	-57,6699	-27,7301
		P3	-36,30000*	6,49170	,001	-51,2699	-21,3301
	p1	P0	42,70000*	6,49170	,000	27,7301	57,6699
		P2	,00000	6,49170	1,000	-14,9699	14,9699
		P3	6,40000	6,49170	,353	-8,5699	21,3699
	P2	P0	42,70000*	6,49170	,000	27,7301	57,6699
		p1	,00000	6,49170	1,000	-14,9699	14,9699
		P3	6,40000	6,49170	,353	-8,5699	21,3699
	P3	P0	36,30000*	6,49170	,001	21,3301	51,2699
		p1	-6,40000	6,49170	,353	-21,3699	8,5699
		P2	-6,40000	6,49170	,353	-21,3699	8,5699

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

VAR00001

	Posphat	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	P0	3	13,0333	
	P3	3		49,3333
	p1	3		55,7333
	P2	3		55,7333
	Sig.		1,000	,761

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



LAMPIRAN 11

(Analisis Data Nitrat)

```
ONEWAY VAR00001 BY nitrat
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUKEY LSD ALPHA(0.05) .
```

Oneway

Notes		
Output Created		25-JUL-2019 14:52:18
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	12
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY VAR00001 BY nitrat /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUKEY LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00,03
	Elapsed Time	00:00:00,03

[DataSet0]

Descriptives

VAR00001

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P0	3	71,1667	42,55259	24,56775	-34,5398	176,8732	46,20	120,30
p1	3	48,4000	6,51383	3,76076	32,2187	64,5813	42,70	55,50
P2	3	56,6000	41,67337	24,06013	-46,9224	160,1224	16,90	100,00
P3	3	72,2667	24,53270	14,16396	11,3241	133,2093	53,40	100,00
Total	12	62,1083	29,53252	8,52531	43,3443	80,8724	16,90	120,30

Test of Homogeneity of Variances

VAR00001

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,419	3	8	,141

ANOVA

VAR00001

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1210,516	3	403,505	,385	,767
Within Groups	8383,353	8	1047,919		
Total	9593,869	11			

Post Hoc Tests**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: VAR00001

	(I) nitrat	(J) nitrat	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	P0	p1	22,76667	26,43128	,824	-61,8756	107,4089
		P2	14,56667	26,43128	,944	-70,0756	99,2089
		P3	-1,10000	26,43128	1,000	-85,7423	83,5423
	p1	P0	-22,76667	26,43128	,824	-107,4089	61,8756

LSD	P2	-8,20000	26,43128	,989	-92,8423	76,4423
	P3	-23,86667	26,43128	,804	-108,5089	60,7756
	P0	-14,56667	26,43128	,944	-99,2089	70,0756
	P2	p1	8,20000	26,43128	,989	-76,4423
	P3	-15,66667	26,43128	,931	-100,3089	68,9756
	P0	1,10000	26,43128	1,000	-83,5423	85,7423
	P3	p1	23,86667	26,43128	,804	-60,7756
	P2	15,66667	26,43128	,931	-68,9756	100,3089
	p1	22,76667	26,43128	,414	-38,1840	83,7173
	P0	P2	14,56667	26,43128	,597	-46,3840
	P3	-1,10000	26,43128	,968	-62,0507	59,8507
	P0	-22,76667	26,43128	,414	-83,7173	38,1840
	p1	P2	-8,20000	26,43128	,764	-69,1507
	P3	-23,86667	26,43128	,393	-84,8173	37,0840
	P0	-14,56667	26,43128	,597	-75,5173	46,3840
	P2	p1	8,20000	26,43128	,764	-52,7507
	P3	-15,66667	26,43128	,570	-76,6173	45,2840
	P0	1,10000	26,43128	,968	-59,8507	62,0507
	P3	p1	23,86667	26,43128	,393	-37,0840
	P2	15,66667	26,43128	,570	-45,2840	76,6173

Homogeneous Subsets

VAR00001

	nitrat	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Tukey HSD ^a	p1	3	48,4000
	P2	3	56,6000
	P0	3	71,1667
	P3	3	72,2667
	Sig.		,804

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

LAMPIRAN 12

(Analisis Data Laju Degradasi)

```
Warning # 849 in column 23.  Text: in_ID
The LOCALE subcommand of the SET command has an invalid parameter.
It could
not be mapped to a valid backend locale.
GET
FILE='C:\Users\WINDOWS\Documents\Untitled2.sav'.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.
ONEWAY VAR00001 BY OD
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=LSD ALPHA(0.05).
```

Oneway

Notes		
Output Created		26-JUL-2019 14:46:33
Comments		
Input	Data	C:\Users\WINDOWS\Documents\Untitled2.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
Missing Value Handling	N of Rows in Working Data File	12
	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY VAR00001 BY OD /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00,00
	Elapsed Time	00:00:00,00

[DataSet1] C:\Users\WINDOWS\Documents\Untitled2.sav

ANOVA

VAR00001

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	633685,043	3	211228,348	15,470	,001
Within Groups	109234,420	8	13654,303		
Total	742919,463	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00001

LSD

(I) OD	(J) OD	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
P0	p1	349,00000*	95,40895	,006	128,9866	569,0134
	P2	553,90000*	95,40895	,000	333,8866	773,9134
	P3	570,20000*	95,40895	,000	350,1866	790,2134
p1	P0	-349,00000*	95,40895	,006	-569,0134	-128,9866
	P2	204,90000	95,40895	,064	-15,1134	424,9134
	P3	221,20000*	95,40895	,049	1,1866	441,2134
P2	P0	-553,90000*	95,40895	,000	-773,9134	-333,8866
	p1	-204,90000	95,40895	,064	-424,9134	15,1134
	P3	16,30000	95,40895	,869	-203,7134	236,3134
P3	P0	-570,20000*	95,40895	,000	-790,2134	-350,1866
	p1	-221,20000*	95,40895	,049	-441,2134	-1,1866
	P2	-16,30000	95,40895	,869	-236,3134	203,7134

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis dilahirkan di Lhokseumawe pada tanggal 26 Maret 1997, anak ke 6 dari 7 bersaudara dari bapak Sargimin dan Ibu Hadijah. Pendidikan penulis diawali dari Taman Kanak-Kanak Bhayangkari pada tahun 2002, kemudian melanjutkan di Sekolah Dasar Negeri 2 Lhoksukon pada tahun 2003 dan diselesaikan pada tahun 2008, pada tahun 2009 melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Lhoksukon yang diselesaikan pada tahun 2012, kemudian pada tahun 2013 melanjutkan di Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Putra Bangsa Lhoksukon dan diselesaikan pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswi Program Studi S1 Biologi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh melalui jalur SPMB. Selama di bangku kuliah, penulis aktif dalam beberapa Lembaga Kemahasiswaan. Salah satunya, Aktif dalam Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMABIOS) sebagai Bendahara Umum tahun 2018-2019. Pada tahun 2019, penulis melakukan penelitian dengan judul “ Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*, (LINNEAUS, 1758)) Menggunakan *Spirulina* sp. ” Penulis mengucapkan rasa syukur sedalam-dalamnya kepada Allah SWT yang telah memberikan kekuatan untuk terus belajar dan berusaha, sehingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.