

**UJI AKTIVITAS KITOSAN LIMBAH CANGKANG KERANG
BULU (*Anadara antiquata*) TERHADAP *Aeromonas hydrophila*
PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

SKRIPSI

Diajukan oleh:

TUTI AULIA

NIM. 170703006

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M / 1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

UJI AKTIVITAS KITOSAN LIMBAH CANGKANG KERANG BULU (*Anadara antiquata*) TERHADAP *Aeromonas hydrophila* PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Biologi

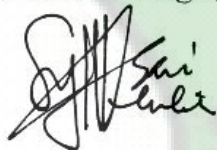
Oleh:

TUTI AULIA
NIM. 170703006

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi

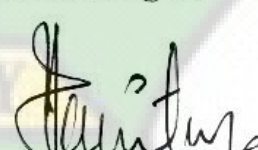
Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,




Syafrina Sari Lubis, M.Si.
NIDN. 2025048003

Pembimbing II,



Diannita Harahap, M.Si.
NIDN. 2022038701

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



Arif Sardi, M.Si.
NIDN. 2019068601

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**UJI AKTIVITAS KITOSAN LIMBAH CANGKANG KERANG BULU
(*Anadara antiquata*) TERHADAP *Aeromonas hydrophila* PADA
IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

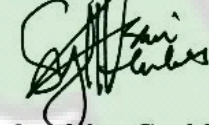
SKRIPSI

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: Sabtu, 23 Juli 2022
24 Dzulhijjah 1443
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasah Skripsi

Ketua,



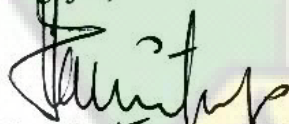
Syafrina Sari Lubis, M.Si.
NIDN. 2025048003

Sekretaris,



Raudhah Hayatillah, M.Sc.
NIDN. 2025129302

Penguji I,



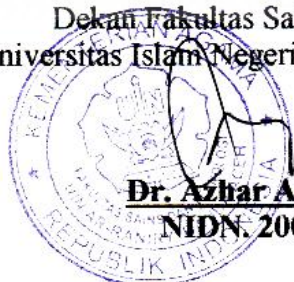
Diannita Harahap, M.Si.
NIDN. 2022038701

Penguji II,



Ayu Nirmala Sari, M.Si.
NIDN. 2027028901

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tuti Aulia
NIM : 170703006
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Uji Aktivitas Kitosan Limbah Cangkang Kerang Bulu
(*Anadara antiquata*) terhadap *Aeromonas hydrophila*
pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian 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 yang 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 dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

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

Banda Aceh, 20 Juni 2022

Yang menyatakan,



ABSTRAK

Nama : Tuti Aulia
NIM : 170703006
Program Studi : Biologi Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul Skripsi : Uji Aktivitas Kitosan Limbah Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) terhadap *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)
Tanggal sidang : 23 Juli 2022
Jumlah halaman : 93
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M,Si.
Pembimbing II : Diannita Harahap, M,Si.
Kata kunci : Kitosan, *Aeromonas hydrophila*, ikan nila, aktivitas antimikroba, kelangsungan hidup ikan

Akuakultur di Indonesia dilakukan di perairan air tawar, payau dan laut dengan produksi terbatas pada sejumlah spesies ikan seperti ikan nila. Meskipun ikan nila mudah beradaptasi dengan lingkungan akan tetapi dapat terserang infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. Salah satu upaya untuk pengobatan terhadap bakteri tersebut adalah dengan menggunakan kitosan yang merupakan turunan kitin yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai kandidat antimikroba karena mengandung enzim lisozim dan gugus aminopolisakarida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kemampuan aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hydrophila* secara in vitro dan in vivo pada ikan nila. Metode yang digunakan untuk pembuatan kitosan meliputi deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi, dan deasetilasi. Pengujian secara invitro dilakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram (Tes Kirby-Bauer). Pengujian secara invivo dilakukan dengan metode perendaman. Hasil penelitian menunjukkan rendemen kitosan sebesar 77,2%. Aktivitas antibakteri kitosan terhadap *Aeromonas hydrophila* konsentrasi yang paling efektif yaitu pada 7% dengan nilai zona hambat sebesar 6,85 mm. Hasil analisis data didapatkan bahwa terdapat signifikan antara perlakuan uji. Adapun Pengujian secara in vivo pada ikan nila didapatkan hasil persentase kelangsungan tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi optimal (kitosan 7%) dengan nilai 68.74%. Hasil analisis data didapatkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan konsentrasi optimal dan kontrol positif.

Kata kunci : Kitosan, *Aeromonas hydrophila*, ikan nila, aktivitas antimikroba, kelangsungan hidup ikan

ABSTRACT

Name : Tuti Aulia
NIM : 170703006
Study program : Biology Faculty of Science and Tecnology (FST)
Title : Chitosan Waste Shell Activity Test Feather Shells
(*Anadara antiquata*) Agains *Aeromonas hydrophila* in Tilapia (*Oreochromis niloticus*)
Date of Session : 23 July 2022
Number of pages : 93
Advisor I : Syafrina Sari Lubis, M.Si.
Advisor II : Diannita Harahap, M.Si.
Keywords : Chitosan, *Aeromonas hydrophila*, tilapia, activity antimicrobial, fish survival

*Aquaculture in Indonesia is carried out in fresh, brackish and marine waters with limited production of a number of fish species such as tilapia. Even though tilapia fish adapt easily to the environment, they can be attacked by Aeromonas hydrophila bacterial infections. One effort to treat these bacteria is to use chitosan, which is a chitin derivative that has the potential to be developed as an antimicrobial candidate because it contains the enzyme lysozyme and aminopolysaccharide groups which can inhibit microbial growth. The aim of this research was to determine the ability of chitosan activity from feather clam shell waste (*Anadara antiquata*) to inhibit *Aeromonas hydrophila* in vitro and in vivo in tilapia. The methods used to make chitosan include deproteination, demineralization, depigmentation and deacetylation. In vitro testing was carried out for antibacterial activity using the disc diffusion method (Kirby-Bauer test). In vivo testing was carried out using the immersion method. The research results showed that the chitosan yield was 77.2%. The most effective antibacterial activity of chitosan against *Aeromonas hydrophila* was 7% with an inhibition zone value of 6.85 mm. The results of data analysis showed that there was a significant difference between the test treatments. As for in vivo testing on tilapia fish, the highest survival percentage results were found in the optimal concentration treatment (7% chitosan) with a value of 68.74%. The results of data analysis showed that there was no significant difference between the optimal concentration treatment and the positive control.*

*Keyword : Chitosan, *Aeromonas hydrophila*, tilapia, activity antimicrobial, fish survival*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, berkah dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan proposal dengan judul “**Uji Aktivitas Kitosan Limbah Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) terhadap *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)**”. Sholawat beriring salam selalu tercurah kepada suri tauladan Nabi Muhammad SAW dan keluarga serta para sahabatnya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi S1 pada Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Selama penyusunan skripsi ini, banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara spiritual maupun moral, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
2. Arif Sardi, M.Si, selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar – Raniry Banda Aceh.
3. Syafrina Sari Lubis, M.Si, selaku Pembimbing I yang telah memberikan arahan, motivasi, nasihat dan bimbingan dalam menulis.
4. Diannita Harahap, M.Si, selaku penasehat akademik dan pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama kuliah.
5. Kamaliah, M.Si, Ayu Nirmala Sari, M.Si, Raudhah Hayatillah, M.Sc, Feizia Huslina, M.Sc, Muslich Hidayat, M.Si, dan Ilham Zulfahmi, M.Si, Lina Rahmawati M.Si, selaku dosen Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
6. Bapak/Ibu laboran dan staf Prodi Biologi yang telah membantu segala keperluan mahasiswa.

7. Orang tua saya Ayahanda Mahyuddin ST dan Ibunda Nurlaili tercinta serta Abang Jul Fitrah S.Pd, Kakak Siti Sahara ST dan Adik Nurul Nafisah yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral dan material untuk kesuksesan anaknya dalam menyelesaikan kuliah.
8. Sahabat terbaik saya Raihan Azmi, Amalia Maysarah, Zultira Harina Roza, Lidya, Nanda Anastia, Rosanti Aprilia, Ismi Mauliasari, Uce Karlina, Lisda Ariyanti, Rizkina Zurriani ZN, Judith Racmayanti, Putri Rahil Marissa, Nabila Munawarah, Ridha Maulidia Arif, Nadila Mahfudza, Anggi Rosita, Hera Nazia, Ageng Budi Lestari, Atikah dan Tria Lidadari, yang selalu memberikan dukungan, motivasi terbaik dan nasihat membangkitkan semangat agar tidak pernah menyerah.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan di Biologi leting 2017 dan abang-abang serta kakak-kakak, tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungannya.

Rasa hormat dan terima kasih bagi semua pihak atas segala dukungan dan doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini. Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Penulis pun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan semoga Allah SWT memberi perlindungan bagi kita semua.

Banda Aceh, 20 Juni 2021

Penulis,

Tuti Aulia

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	6
I.3. Tujuan Penelitian.....	6
I.4. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1. Ikan Nila.....	7
II.1.1. Klasifikasi Ikan Nila	7
II.1.2. Morfologi Ikan Nila	8
II.1.3 Habitat	9
II.2. Kerang Bulu	9
II.2.1. Klasifikasi dan Morfologi Kerang Bulu.....	9
II.2.2. Cangkang kerang bulu.....	11
II.2.3. Senyawa Kimia Kerang Bulu	12
II.3. Kitin dan Kitosan	12
II.3.1. Kitin.....	12
II.3.2. Kitosan	13
II.3.3. Kitosan Sebagai Anti Bakteri.....	15
II.3.4. Aplikasi Kitosan pada Ikan	16
II.4. <i>Aeromonas hydrophilla</i>	16
II.5. Uji Aktivitas Antibakteri.....	18
II.5.1. Metode <i>Kirby Bauer</i>	19
II.5.2. Metode Perendaman.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
III.1. Tempat dan Waktu.....	20
III.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	20
III.3. Objek Penelitian (Sampel).....	21
III.4. Alat dan Bahan Penelitian	21
III.4.1. Alat.....	21
III.4.2. Bahan	21
III.5. Rancangan Penelitian	21

III.6. Prosedur Kerja	22
III.6.1. Pengambilan Sampel Cangkang Kerang Bulu	22
III.6.2. Persiapan Sampel Cangkang Kerang Bulu	23
III.6.3. Pembuatan Kitosan	23
III.6.4. Peremajaan Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	24
III.6.5. Pembuatan Konsentrasi Kitosan Cangkang Kerang Bulu.....	24
III.6.6. Uji In Vitro Aktivitas Antibakteri dengan Metode Kirby Bauer.....	25
III.6.7. Uji In Vivo Kitosan pada Ikan Nila	26
III.6.8. Desain Bak	28
III.6.9. Penginfeksian <i>Aeromonas hydrophila</i> pada Ikan Nila.....	29
III.6.10. Perendaman Kitosan pada Ikan Nila Terinfeksi <i>Aeromonas hydrophila</i> Secara In Vivo.....	29
III.6.11. Parameter yang Diamati.....	30
III.6.12. Analisis Data.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
IV.1. Hasil Penelitian.....	31
IV.1.1. Aktivitas limbah kitosan cangkang kerang bulu terhadap <i>Aeromonas hydrophila</i> secara In vitro	31
IV.1.2. Aktivitas Kitosan Terhadap <i>Aeromonas hydrophila</i> pada Ikan Nila Secara In Vivo	34
IV.2. Pembahasan.....	37
IV.2.1. Aktivitas Limbah Kitosan Cangkang Kerang Bulu Terhadap <i>Aeromonas hydrophila</i> Secara In Vitro	37
IV.2.2. Aktivitas Kitosan Terhadap <i>Aeromonas hydrophila</i> pada Ikan Nila Secara In Vivo	41
BAB V PENUTUP	49
V.1. Kesimpulan	45
V.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	61
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	78

DAFTAR GAMBAR

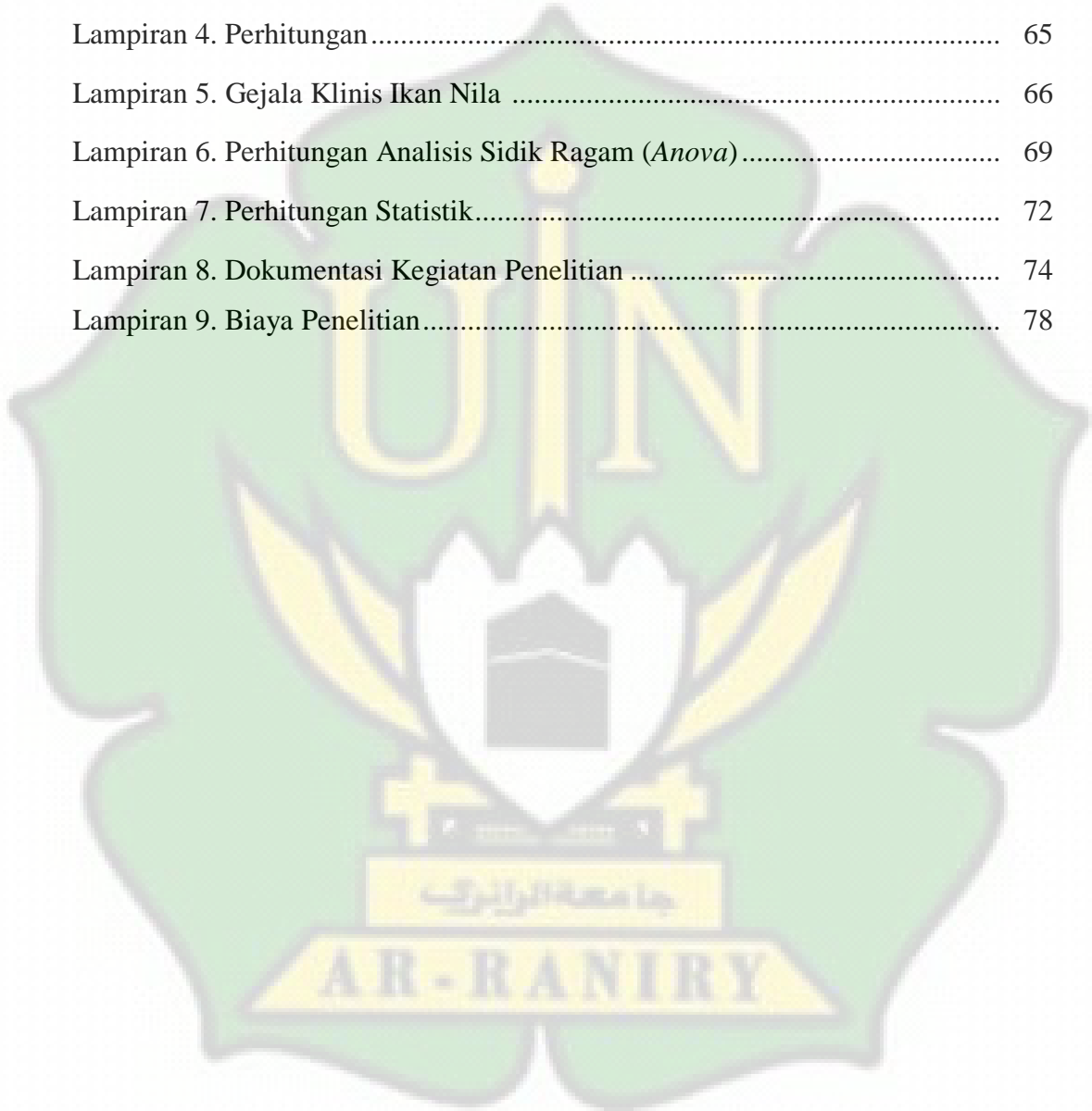
Gambar II.1. Ikan Nila	8
Gambar II.2. Morfologi Kerang	10
Gambar II.3. Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>).....	10
Gambar II.4. Struktur Kitin.....	13
Gambar II.5. Struktur Kitosan.....	14
Gambar II.6. Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i> , Pewarnaan Gram Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i> dengan Perbesaran 1000x	17
Gambar II.7. Pendarahan pada Bekas Infeksi <i>Aeromonas hydrophila</i> Pendarahan pada Sirip Punggung, Mata Membesar (<i>Exophthalmia</i>), Dropsy	18
Gambar III.1. Pengukuran Diameter Zona Hambat	25
Gambar III.2. Penempatan Wadah Perlakuan dan Ulangan.....	28
Gambar IV.1. Zona Hambat	32
Gambar IV.2. Gejala Klinis <i>A. hydrophila</i> pada Ikan Nila.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel III.1.	Rincian Jadwal Penelitian.....	20
Tabel III.2.	Rancangan Penelitian Secara In Vitro	22
Tabel III.3.	Kategori Penghambatan Antimikroba Berdasarkan Diameter Zona Hambat	26
Tabel IV.1.	Hasil Kitosan Cangkang Kerang Bulu	31
Tabel IV.2.	Zona Hambat Kitosan terhadap <i>Aeromonas hydrophila</i>	31
Tabel IV.3.	Uji Normalitas Zona Hambat	32
Tabel IV.4.	Uji Homogenitas Zona Hambat.....	33
Tabel IV.5.	Uji <i>One Way Anova</i> Zona Hambat	33
Tabel IV.6.	Persentase Kelangsungan Hidup (SR) Ikan Nila Selama Penelitian	35
Tabel IV.7.	Uji Normalitas Kelangsungan Ikan	36
Tabel IV.8.	Uji Homogenitas Kelangsungan Ikan.....	36
Tabel IV.9.	Uji T-Independent Kelangsungan Ikan	36
Tabel IV.10.	Kisaran Kualitas Air Selama Penelitian	37

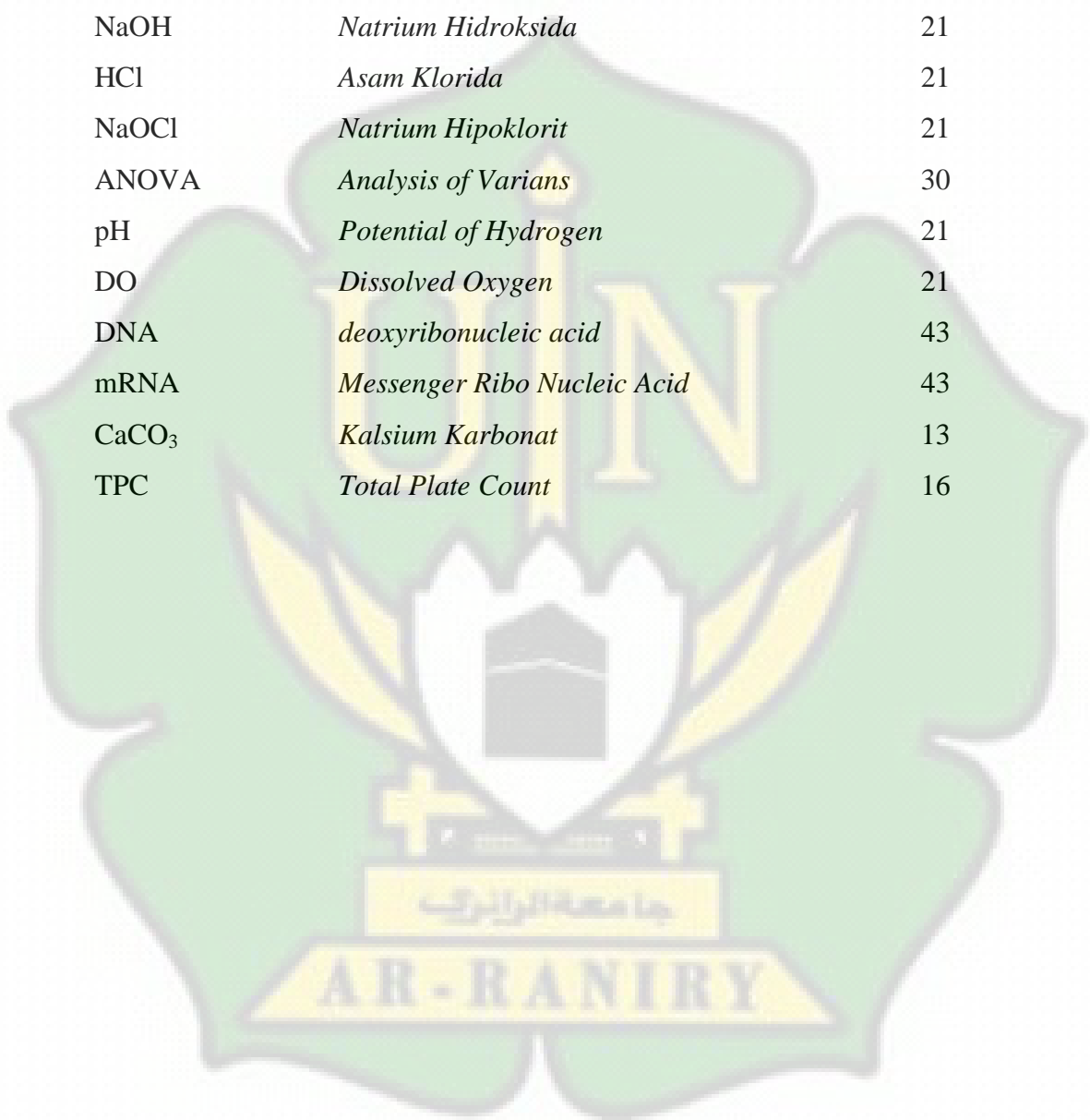
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing.....	62
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian.....	63
Lampiran 3. Surat Bebas Laboratorium.....	64
Lampiran 4. Perhitungan.....	65
Lampiran 5. Gejala Klinis Ikan Nila	66
Lampiran 6. Perhitungan Analisis Sidik Ragam (<i>Anova</i>).....	69
Lampiran 7. Perhitungan Statistik.....	72
Lampiran 8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	74
Lampiran 9. Biaya Penelitian.....	78



DAFTAR SINGKATAN

LAF	<i>Laminar Air Flow</i>	21
TSA	<i>Trypticase Soy Agar</i>	21
TSB	<i>Trypticase Soy Broth</i>	21
NaOH	<i>Natrium Hidroksida</i>	21
HCl	<i>Asam Klorida</i>	21
NaOCl	<i>Natrium Hipoklorit</i>	21
ANOVA	<i>Analysis of Varians</i>	30
pH	<i>Potential of Hydrogen</i>	21
DO	<i>Dissolved Oxygen</i>	21
DNA	<i>deoxyribonucleic acid</i>	43
mRNA	<i>Messenger Ribo Nucleic Acid</i>	43
CaCO ₃	<i>Kalsium Karbonat</i>	13
TPC	<i>Total Plate Count</i>	16



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki industri perikanan dengan peluang yang besar, baik dari segi sumber daya industri tangkap maupun industri akuakultur (Sunardi *et al.*, 2020). Akuakultur di Indonesia dilakukan di perairan tawar, payau dan laut dengan produksi terbatas pada sejumlah spesies ikan (Tran *et al.*, 2017). Menurut Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) RI (2017), terdapat sepuluh spesies produksi akuakultur pada tahun 2019 yaitu ikan nila, lele, bandeng, ikan mas, gurame, kakap, kerapu, udang, ikan patin dan rumput laut. Adapun budidaya ikan nila sudah banyak dikembangkan karena ikan tersebut salah satu ikan demersal yang menguntungkan dengan harga jual relatif tinggi dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena memiliki rasa enak dan gurih (Salsabila, 2019).

Tahun 2015 Indonesia termasuk 3 produsen teratas produksi global dari ikan nila dengan jumlah 1,12 juta metrik ton (MMT) (Jansen & Mohan, 2017). Menurut Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) RI (2017), hasil produksi ikan nila di Indonesia terus bertambah sejak tahun 2011 mencapai 567,81 ribu ton dan terus meningkat hingga mencapai 1,337 juta ton pada tahun 2019. Adapun jumlah produksi ikan nila di Provinsi Aceh dari tahun 2011 hingga 2017 mengalami peningkatan yang relatif tinggi dari 4,281 ribu ton hingga 35,354 ribu ton, namun pada tahun 2018-2019 mengalami penurunan mencapai 16,293 – 16,67 ribu ton. Salah satu tempat budidaya ikan nila yaitu Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Bate, Aceh Besar.

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yaitu sejenis ikan air tawar yang didatangkan dari Afrika Timur ke Indonesia pada tahun 1969. Budidaya pada kolam renang air tawar ikan ini sangat populer (Koesharyani *et al.*, 2018). Ikan nila mudah menyesuaikan diri dengan keadaan lingkungan yang baru sehingga habitatnya cukup beragam yaitu pada air payau, kolam, sungai, sawah, rawa, danau, tambak dan waduk. Ikan tersebut dapat bertahan hidup pada suhu 14°C - 38 °C, pH 7 (netral) dan kisaran salinitas air di bawah 30 ppm ikan nila masih dapat mentoleransi (Rahmawati & Dailami, 2021). Meskipun ikan nila mudah

beradaptasi pada kondisi lingkungan, namun serangan hama dan penyakit pada budidaya ikan dapat terinfeksi sehingga merugikan para pembudidaya (Amrijed, 2019).

Penyakit ikan dibedakan menjadi dua jenis yaitu penyakit infeksi (bakteri, parasit, jamur, protozoa dan virus) dan penyakit non infeksi (stress, trauma, tumor, gangguan gizi pakan dan kanker) (Azhar & Junaidi, 2018). Beberapa penyakit infeksi bakteri yang sering menyerang pada ikan yaitu *Aeromonas*, *Mycobacterium*, *Flavobacterium*, *Streptococcus*, *Pseudomonas* dan *Vibrio*. Contohnya penyakit vibriosis yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio* sp. (Novriadi *et al.*, 2014). Penyakit Streptococcosis disebabkan oleh bakteri *Streptococcus agalactiae* (Azhar & Junaidi, 2018) *Myxobolus* sp, *Vorticella* sp, *Dactylogyrus* sp salah satu parasit penyebab penyakit pada ikan (Agustinus & Gusliany, 2020). Serta *Viral Nervous Necrosis* (VNN) (Susilowati, 2020) dan *Tilapia Lake Virus* (TiLV) penyebab penyakit ikan akibat virus (Koesharyani *et al.*, 2018).

Penyakit ikan merupakan kondisi tidak normal ikan akibat terjadinya perubahan suatu keadaan fisik, fungsi dan morfologinya yang disebabkan oleh dirinya sendiri (internal) ataupun pengaruh lingkungan disekitarnya (eksternal) (Wirawan *et al.*, 2018). Penyebab penyakit internal yaitu akibat keturunan (genetik), imunodefisiensi, sekresi internal, kelainan saraf atau gangguan metabolit. Sedangkan penyebab penyakit eksternal yaitu serangan patogen, hama, pakan (*malnutrisi*) dan akibat lingkungan (Afrianto *et al.*, 2015). Dalam pengembangan budidaya perikanan, penyakit ikan menjadi kendala yang serius karena mengakibatkan kerugian seperti kegagalan produksi, penurunan produktivitas, efisiensi, kualitas, penolakan pasar, menghambat intensifikasi serta kematian pada ikan.

Menurut Hasan *et al.*, (2020), infeksi penyakit pada budidaya ikan dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti teknik budidaya, lingkungan budidaya, interaksi patogen, cara penanganan panen dan setelah dipanen yang kurang efisien serta ukuran dan jenis bahan yang digunakan dalam wadah tidak sesuai sehingga menyebabkan ikan terluka. Salah satu infeksi penyakit yang menyerang ikan nila yaitu bakteri patogen *Aeromonas hydrophila* (Dawan *et al.*, 2021). Bakteri *Aeromonas hydrophila* merupakan bakteri Gram negatif yang secara alami

dapat hidup pada lingkungan akuatik yaitu pada air tawar dan pada mikrobiota usus hewan air dan darat (Vaz Farias *et al.*, 2020).

Bakteri *A. hydrophila* menyebabkan salah satu penyakit yaitu Motile Aeromonas Septicemia (MAS), penyakit ini dapat mengakibatkan angka kematian yang tinggi pada ikan yaitu 80-100% pada waktu yang singkat 1-2 minggu. (Christy *et al.*, 2019). Serangan bakteri *A. hydrophila* bersifat patogen pada ikan nila, sehingga gejala klinis yang ditimbulkan yaitu bercak merah pada permukaan tubuh ikan (*haemorrhagic*), mata ikan menonjol (*exophthalmia*) dan perut buncit serta warna tubuh ikan menjadi gelap (*dropsy*) ujung sirip terputus-putus serta pada bagian sirip punggung terdapat bintik putih dan geripis (Rosidah *et al.*, 2018). Menurut Kurniawan *et al.*, (2019), gejala klinis lain pada ikan nila akibat infeksi *A. hydrophila* terjadinya perubahan tingkah laku ikan berupa respon pakan ikan lambat, pergerakan berenang ikan pasif, tidak stabil serta mengambil oksigen dipermukaan air atau di dasar perairan.

Upaya pengendalian penyakit pada budidaya ikan biasanya mengandalkan penggunaan bahan kimia, obat-obatan atau antibiotik. Pemakaian bahan kimia selama ini belum memperoleh hasil yang tepat (Syafitri *et al.*, 2020). Selain itu, antibiotik memungkinkan terjadinya perkembangan bakteri resisten terhadap ikan karena penggunaan yang dilakukan tidak terkontrol atau dipakai secara terus menerus (Azhar & Junaidi, 2018). Berdasarkan hal tersebut, untuk menggantikan penggunaan antibiotik diperlukan alternatif lain dalam mengendalikan hama dan bakteri patogen pada ikan salah satunya yaitu menggunakan bahan-bahan alami dari alam berupa kitosan dari limbah cangkang kerang.

Limbah menjadi salah satu masalah terbesar diberbagai negara di dunia seperti limbah hasil dari laut yaitu kerang (Sulistiyoningrum *et al.*, 2013). Daerah Aceh penghasil komoditif laut sehingga sebagian besar masyarakatnya berprofesi sebagai nelayan. Kerang meningkatkan nilai ekonomi bagi masyarakat Aceh namun juga menimbulkan masalah sebab kerang dapat menghasilkan limbah. Limbah cangkang kerang berasal dari masyarakat sekitar yang bekerja sebagai pedagang yang menjual sebagian dagingnya saja. Sisa-sisa cangkang kerang menumpuk di sepanjang pinggiran sungai sehingga merusak pemandangan. Pemanfaatan cangkang kerang sebagai kerajinan tangan sudah dilakukan tetapi

jumlah yang dihasilkan masih sedikit karena jumlah permintaan yang rendah (Fazrina & Yursilla, 2019).

Komoditas kerang mengalami peningkatan setiap tahunnya, tingginya konsumsi kerang sebanding dengan jumlah limbah yang dihasilkan (Hastuti & Tulus, 2015). Apabila limbah tersebut dibuang terus menerus tanpa dilakukan pengolahan yang tepat maka dapat merusak lingkungan (Sudarmawan *et al.*, 2020). Oleh karena itu perlunya pemanfaatan lebih lanjut dengan menggunakan cangkang kerang.

Salah satu cangkang kerang yang dapat dimanfaatkan adalah cangkang kerang bulu. Cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) merupakan limbah yang belum banyak digunakan dan masih banyak kita lihat dibuang berserakan begitu saja pada daerah penjualan kerang, restoran ataupun di rumah-rumah (Masruriati *et al.*, 2020). Seperti diolah sebagai makanan sehingga cangkang kerang bulu yang menjadi bahan sisa produksi makanan dapat menimbulkan limbah (Nikmah, 2017).

Cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) di dalam tubuhnya mengandung kitin, Kitin adalah biopolimer di alam yang melimpah selain selulosa (Fajri & Amri, 2018). Kitin dapat dimanfaatkan untuk dikembangkan dan diolah menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis lebih tinggi. Kitin memiliki sifat yang tidak beracun dan mudah terdegradasi sehingga mendorong berbagai upaya modifikasi kitin dengan tujuan mengoptimalkan penggunaan kitin secara luas di berbagai bidang. Salah satu senyawa turunan dari kitin yang banyak dikembangkan dalam berbagai aplikasi adalah kitosan (Shobib *et al.*, 2015).

Kitosan merupakan suatu polimer yang bersifat *polikationik*, kitosan efektif mengadsorpsi kation ion logam berat maupun kation dari zat-zat organik (protein dan lemak) karena kitosan memiliki gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimer (Baharuddin & Isnaeni, 2020). Polimer pada kitosan dapat berperan sebagai antimikroba yang bekerja terhadap antibakteri secara aktif dan pasif. Polimer aktif yaitu senyawa menempel pada permukaan polimer yang akibatnya dapat membunuh bakteri. Sedangkan polimer pasif yaitu polimer tidak membunuh bakteri tetapi bisa menghambat pertumbuhannya karena secara pasif dapat

mengurangi penyerapan protein pada permukaan yang berfungsi untuk merusak adhesi bakteri (Hosaina *et al.*, 2020).

Molekul kitosan memiliki kemampuan dengan berinteraksi pada permukaan bakteri melalui adsorpsi. Kemampuan kitosan dalam membunuh mikroba tergantung dari tingkat acetilasi dan konsentrasinya. Selain itu, potensi kitosan untuk dijadikan sebagai antimikroba karena mengandung enzim lisozim dan gugus aminopolisakarida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba (Sari *et al.*, 2020).

Menurut penelitian Yildirim-Aksoy & Beck (2017), aktivitas antibakteri kitosan dapat menghambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophila* pada konsentrasi 0,8 %. Selain itu penelitian Baharuddin & Isnaeni (2020), pemberian kitosan dari kerang bulu dengan konsentrasi 7% menggunakan metode Kirby Bauer memberikan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli*. Pada penelitian ini menggunakan kitosan limbah cangkang kerang bulu sebagai antibakteri *Aeromonas hydrophila* konsentrasi kitosan 1%, 3%, 5% dan 7% dengan menggunakan metode Kirby Bauer pada uji in vitro, selanjutnya dari uji in vitro tersebut diperoleh konsentrasi optimum kitosan yang efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Aeromonas hydrophila*, lalu akan dijadikan standar dosis kitosan untuk digunakan pada uji in vivo dengan metode perendaman pada ikan nila.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul **“Uji Aktivitas Kitosan Limbah Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) terhadap *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)”** dengan tujuan untuk mengetahui potensi aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu dalam menghambat bakteri patogen *Aeromonas hydrophila* secara in vitro dan in vivo.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hydrophila* secara in vitro?
2. Bagaimana aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hydrophila* pada ikan nila secara in vivo?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kemampuan aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hydrophila* secara in vitro.
2. Untuk mengetahui kemampuan aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hydrophila* pada ikan nila secara in vivo.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Untuk mendapatkan informasi kemampuan aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hydrophila* pada ikan nila secara in vitro dan in vivo.
2. Penambahan wawasan tentang kemampuan aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hydrophila* pada ikan nila.
3. Dapat menerapkan pencegahan bagi diri sendiri terhadap permasalahan limbah sehingga dapat diolah menjadi produk yang dapat digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Ikan Nila

II.1.1. Klasifikasi Ikan Nila

Ikan nila merupakan jenis ikan yang berasal dari perairan di lembah Sungai Nil Afrika (Adriani, 2018). Ikan nila pertama kali didatangkan ke Indonesia dari Taiwan ke Bogor pada Balai Penelitian Perikanan Air Tawar pada tahun 1969, kemudian satu tahun kemudian ikan nila disebarluaskan ke beberapa daerah (Arfiati, 2022). Pada tahun 1975 pemberian nama nila yaitu berdasarkan ketetapan Direktorat Jenderal Perikanan. Nama tersebut diambil dari nama spesies ikan nila yakni *Oreochromis niloticus* yang mana nilotica menunjukkan tempat asalnya yaitu Sungai Nil.

Ikan nila telah berganti nama sebanyak 3 kali, pada masa Yunani tahun 300 SM dinamakan dengan *Tilapia niloticus* (ikan nil) (Arfiati, 2022) Ikan golongan tilapia yaitu tidak mengerami telur dan larva di dalam mulut induknya, jika tiba saatnya memijah telurnya diletakkan pada suatu tempat. Kemudian *Tilapia niloticus* berganti nama menjadi *Saratharoden niloticus*, ikan golongan ini yang mengerami telur dan larva oleh jantan. Akan tetapi pada tahun 1982 nama ilmiah ikan nila menjadi *Oreochromis niloticus* perubahan nama tersebut telah disetujui dan dipergunakan oleh ilmuwan. Ikan golongan oreochromis yaitu mengerami telur dan menjaga bayi-bayinya oleh induk betina (Samsu, 2020).

Menurut ITIS (Integrated Taxonomic Information System) (2004), klasifikasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

II.1.2. Morfologi Ikan Nila

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki bentuk tubuh cenderung memanjang dan ramping dengan sisiknya berukuran besar, matanya besar dan menonjol serta memiliki tepi berwarna putih. Warna tubuh ikan nila umumnya berwarna putih kehitaman dan merah sehingga dikenal dengan nila hitam dan merah. Adapun nila hitam memiliki tubuh berwarna kehitaman dan pada arah perutnya akan semakin terang, kemudian terdapat garis vertical sebanyak 9 sampai 11 berwarna hijau kebiruan, pada sirip ekor terdapat 6 sampai 12 garis melintang berwarna kemerahan di ujungnya dan pada punggung ikan terdapat garis-garis miring. Selain itu pada ikan nila tubuh, punggung dan siripnya berwarna merah khusus pada bagian perutnya berwarna putih kemerahan (Rahmawati & Dailami, 2021). pada penelitian ini digunakan ikan nila hitam.

Ikan nila memiliki sirip perut torasik, jari-jari keras, mulutnya berbentuk runcing serta letak mulut subterminal (Aidah & Tim Penerbit KBM Indonesia, 2020). Ikan nila mempunyai lima buah sirip yang berada di punggung (*dorsal fin*), dada (*pectoral fin*), perut (*venteral fin*), anus (*anal fin*), dan ekor (*caudal fin*) (Khairuman, 2013). Menurut Dailami *et al.*, (2021), ikan nila memiliki bagian jari-jari lunak dan duri pada sirip punggung (*dorsal*) bersinambungan, sirip punggung memiliki 16-17 duri dan 11-15 jari-jari lunak. Sirip ekor (*caudal*) terpotong. Warna pada musim bertelur, sirip dada, punggung ekor menjadi kemerahan, sirip ekor dengan banyak batang hitam.



Gambar II.1. Ikan Nila (Rahmawati & Dailami, 2021)

II.1.3 Habitat

Habitat ikan nila adalah air tawar, seperti danau, sungai, waduk dan rawa-rawa. Tetapi ikan nila juga dapat hidup pada air payau karena toleransi ikan nila tersebut sangat luas terhadap salinitas (*eury haline*). Salinitas yang cocok untuk nila adalah 0-35 ppt (*part per thousand*), secara optimal pertumbuhan ikan nila yaitu pada salinitas 0-30 ppt. Nila dapat hidup pada salinitas 31-35 ppt, tetapi pertumbuhannya lambat (Rahmawati, 2018). Menurut penelitian Dahril *et al.*, (2017), ikan nila dengan nilai salinitas 14 ppt dan 17 ppt terdapat tingkat kelulushidupan yaitu 98,75 %.

Ikan nila juga dapat hidup di perairan dengan kisaran pH yang luas yaitu 5-11. Namun 6-8,5 adalah pH air yang cocok untuk ikan nila. Bagi pembesaran ikan nila pertumbuhan optimal terjadi pada pH 7-8. Ikan nila tidak dapat bertahan hidup di perairan dingin dan panas, yang umumnya bersuhu 6°C dan 42°C suhu optimal untuk pertumbuhan nila yaitu pada suhu sedang 25-30 °C. Suhu 22°C dan 37°C ikan nila masih dapat memijah. Sementara itu pada suhu kurang dari 14°C atau lebih dari 38°C ikan nila mulai terganggu aktivitasnya (Nugroho *et al.*, 2017).

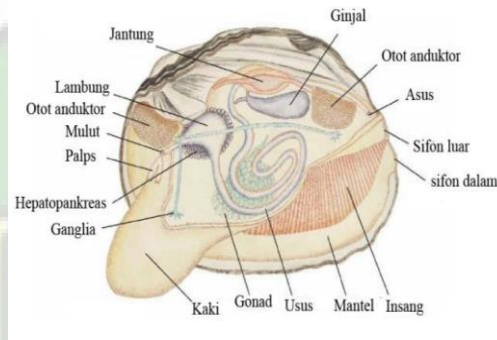
II.2. Kerang Bulu

II.2.1. Klasifikasi dan Morfologi Kerang Bulu

Kerang bulu termasuk ke dalam filum Moluska yang berasal dari kata latin *molluscus* yang artinya lunak. Pada umumnya Moluska memiliki cangkang tetapi ada juga yang tidak bercangkang. Cangkangnya terbuat dari zat kapur, letak cangkang umumnya ada yang di luar tubuh akan tetapi ada juga moluska yang bercangkang di dalam tubuh. Molusca memiliki mantel yang merupakan penutup tubuh terletak di bawah cangkang yang berfungsi untuk memproduksi zat kapur sebagai bahan pembuat cangkang. Adapun struktur tubuh molusca bervariasi berdasarkan struktur kaki dan cangkangnya maka filum molusca dikelompokkan menjadi 5 kelas yaitu Amphineura, Pelecypoda, Gastropoda, Scaphoda dan Cephalopoda (Nurjanah, 2021).

Kerang bulu tergolong kelas Pelecypoda yang merupakan Molusca berkaki pipih dan memiliki dua belahan cangkang sehingga disebut juga kelas bivalvia. Secara umum kerang-kerangan merupakan kelompok hewan tidak bertulang

belakang (*invertebrata*) dan bentuknya mudah untuk dikenali. Bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima, yaitu kaki (*foot byssus*), kepala (*head*), bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), selaput (*mantle*) dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Kerang bersifat simetri bilateral, mempunyai sebuah daun telinga atau kuping dan cangkang setangkup biasa disebut mantel (Kurniasih *et al.*, 2017).



Gambar II.2. Morfologi Kerang (Sukarno, 2014)

Menurut ITIS (Integrated Taxonomic Information System) (1998), kerang bulu dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Kingdom : Animalia
- Filum : Mollusca
- Kelas : Bivalvia
- Subkelas : Autobranchia
- Ordo : Arcida
- Famili : Arcidae
- Genus : *Anadara*
- Spesies : *Anadara antiquata*



Gambar II.3. Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) (Andini, 2016)

Kerang bulu memiliki ciri khas yaitu mulutnya terdiri atas palpus - palpus dan melimpah pada substrat berlumpur. Kerang bulu jenis *Anadara antiquata* memiliki cangkang tebal, berat, dan berwarna coklat (Pratama *et al.*, 2018), umumnya panjang rata-rata 4,00 cm, lebar rata-rata 3,03 cm, tinggi rata-rata 2,59 cm dan berat rata-rata 18,93 g. Perbedaan ukuran dan berat kerang bulu dapat dipengaruhi oleh pertumbuhan. Kerang bulu dijumpai pada bagian permukaan substrat hingga kedalaman mencapai 20 cm di dalam substrat (Pratama *et al.*, 2018).

Penyebaran kerang bulu (*Anadara antiquata*) terdapat pada daerah subtropis dan tropis yaitu Pasifik dan Samudera Hindia khususnya di daerah pasang surut atau zona intertidal di daerah pantai berpasir dan berlumpur (Sulistiyarningsih & Arbi, 2020). Kerang bulu saat muda berwarna putih pucat dan lebih gelap saat dewasa, bagian dalam kerang berwarna biru cerah. Kerang menghasilkan struktur protein dalam cangkang disebut benang *bysus* untuk membantunya menempel pada substrat (Novitasari, 2019).

Pemanfaatan kerang bulu oleh masyarakat telah banyak digunakan untuk kebutuhan konsumsi atau untuk dijual dengan memiliki fungsi baik dari segi ekologi ataupun segi ekonomi. Secara ekologi berfungsi sebagai menjaga kestabilan ekosistem perairan, dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran serta sumber pakan alami bagi organisme perairan. Sedangkan secara ekonomi berfungsi sebagai sumber protein hewani bagi masyarakat, sebagai bahan baku industri (hiasan) dan sebagai bahan campuran bahan bangunan (Simuhu *et al.*, 2016).

II.2.2. Cangkang Kerang Bulu

Cangkang merupakan alat pelindung diri (Nayiroh & Kusairi, 2021) yang terdiri dari tiga lapisan berupa lapisan pertama yaitu lapisan luarnya tipis pada bagian kulit yang melindungi disebut periostracum. Kemudian pada lapisan kedua yaitu tebal terbuat dari kalsium karbonat (Kurniasih *et al.*, 2017) yang terdiri atas 98% (Novitasari, 2019) dan lapisan ketiga yaitu lapisan dibentuk oleh selaput mantel dalam bentuk lapisan tipis. Lapisan tipis ini membuat cangkang menebal saat hewannya bertambah tua (Kurniasih *et al.*, 2017).

Kerang bulu memiliki bentuk cangkang simetris radial (ukuran bagian cangkang kanan dan kiri sama besar, adanya garis yang dikenal sebagai garis rusuk pada bibir cangkang (Pratama *et al.*, 2018). Cangkangnya memiliki bulu berwarna coklat dan putih (Novitasari, 2019). Bertambahnya ukuran cangkang menandakan pertumbuhan *Anadara antiquata*, ukuran kerang ditandai dengan bertambahnya garis pertumbuhan (Aprillia & Sudibyo, 2019).

II.2.3. Senyawa Kimia Kerang Bulu

Komposisi kimia kerang sangat bervariasi tergantung pada spesies, jenis, kelamin, umur dan habitat (Novitasari, 2019). Kerang bulu salah satu organisme yang memiliki nilai gizi tinggi (Silaban *et al.*, 2021) sehingga menyediakan jumlah protein cukup baik, dengan nilai biologis yang tinggi. Oleh karena itu, kerang merupakan sumber protein hewani utama dan keberadaannya sangat penting (Andini, 2016). Cangkang kerang terdapat kandungan kimia yaitu CaO, SiO₂, Fe₂O₃, MgO, Al₂O₃ (Ariyanti *et al.*, 2019) dan kitin yang berkisar 14-35% (Amelia *et al.*, 2021).

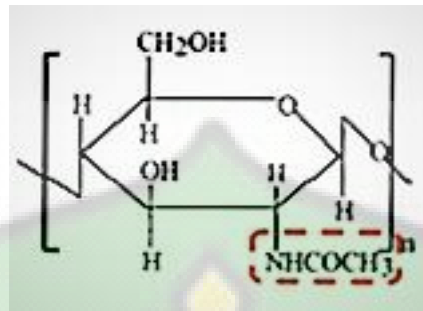
II.3. Kitin dan Kitosan

II.3.1. Kitin

Kitin dalam bahasa Yunani disebut *chitin* yang artinya kulit kuku, yang mana sebagai komponen utama dari eksoskeleton yaitu kerangka eksternal untuk menyokong dan melindungi tubuh hewan seperti mollusca, crustacea, insekta, dan juga dinding sel fungi sebagai komponen pelindung dan penyongkong diri (Amelia *et al.*, 2021). Kitin merupakan salah satu biopolimer yang tergolong ke dalam polisakarida alami terbanyak kedua setelah selulosa (Rumengan *et al.*, 2018). Umumnya cangkang dari hewan laut berkulit keras terdiri dari protein 30-40%, kalsium karbonat dan kalsium fosfat 30-50%, dan kitin 20-30% (John *et al.*, 2020). Secara alami kitin banyak ditemukan pada kulit crustacea seperti udang, kepiting dan lobster, serta jenis mollusca seperti kerang (Syafudin, 2016).

Kitin mempunyai rumus molekul (C₈H₁₃O₅)_n tersusun atas C 47%, H 6%, N 7% dan O 40% yang berupa polimer rantai lurus (Rumengan *et al.*, 2018). Senyawa kitin tersusun atas unit poli-N-asetil-D-glukosamin yang terikat oleh ikatan β 1-4-glikosidik yang menjadi polimer linier yang terdiri atas 2.000-3.000

unit (Sahubawa & Ustadi, 2018) atau secara kimia disebut unit β -(1,4)-asetamido-2-deoksi- β -D-glukosa. Struktur kitin dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar II.4. Struktur Kitin (Hisham *et al.*, 2021)

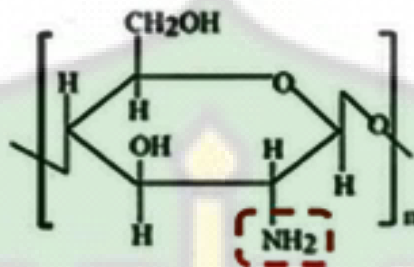
Kitin bersifat mukopolisakarida dan berikatan dengan garam organik, seperti kalsium karbonat (CaCO_3), lipida dan protein. Sehingga untuk memisahkan kitin dari kulit hewan udang, kerang, kepiting harus menggunakan proses deproteinasi (pemisahan protein), demineralisasi (pemisahan mineral), depigmentasi (pemutihan cangkang kerang). Sedangkan pada proses deasetilasi dari kitin dapat diperoleh yaitu kitosan (Setiati *et al.*, 2021). Selain itu kitin mudah mendegradasi dan tidak beracun sehingga menjadi lebih mudah dalam memproses menjadi kitosan.

II.3.2. Kitosan

Kitosan merupakan turunan dari kitin yang diperoleh dari deasetilasi melalui proses hidrolisis alkali atau metode enzimatik, strukturnya mirip dengan glikosaminoglikan pada matriks ekstraseluler (He *et al.*, 2016). Kitin dan kitosan memiliki dua gugus pada rantai polimer seperti gugus amido dan gugus asetamido. Komponen nitrogen pada kitin dan kitosan berbeda karena apabila suatu molekul dikatakan kitin bila mempunyai derajat deasetilasi (DD) mencapai 10% dan kandungan nitrogennya kurang dari 7% dan dikatakan kitosan bila nitrogen yang terkandung pada molekulnya lebih besar dari 7% dan derajat deasetilasi (DD) lebih dari 70% (Setiati *et al.*, 2021).

Proses deasetilasi merupakan proses penghilangan gugus asetil ($-\text{COCH}_3$) dari kitin dengan menggunakan larutan alkali sehingga berubah menjadi gugus amina ($-\text{NH}_2$) (Fajri & Amri, 2018). Kitosan berupa kopolimer D-glucosamine

dan N-acetyl-D-glucosamine dengan ikatan β -(1,4) yang tersusun atas monomer 2-amino-2-deoksi-D-glukosa dengan ikatan glikosida pada posisi β (1,4) sehingga kitosan merupakan polimer rantai panjang glukosamin dengan rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ (Rumengan *et al.*, 2018). Berikut struktur kitosan dapat dilihat pada Gambar II.5.



Gambar II.5. Struktur Kitosan (Hisham *et al.*, 2021)

Menurut Fabiyani (2018), reaktivitas kitosan lebih tinggi dari pada kitin karena memiliki gugus amina bebas yang bersifat nukleofil kuat. Gugus amina tersebut mudah terprotonasi pada pH yang kurang dari 6,5 sehingga kitosan bersifat kationik yang dapat berikatan dengan material bermuatan negatif seperti sel, polisakarida, asam nukleat, enzim, rambut, serta kulit. Adapun senyawa kitosan yaitu larutan basa kuat, tidak larut dalam air, sedikit larut dalam HCl, HNO₃ dan H₃PO₄ serta tidak larut dalam H₂SO₄.

Kitosan banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri seperti bidang farmasi, bidang pangan, mikrobiologi, kosmetik, pertanian dan sebagainya (Artiningsih, 2017). Pada bidang pangan kitosan dapat dijadikan alternatif pengawet alami pada ikan karena memiliki sifat antibakteri yang mampu menghambat laju pertumbuhan bakteri (Sombo *et al.*, 2020). Kitosan secara nyata menghambat pertumbuhan sebagian besar bakteri dan jamur yang diuji, meskipun efek penghambatannya bergantung pada jenis mikroorganisme dan kitosan (Younes *et al.*, 2014). Menurut Yudhasasmita *et al.*, (2017), nanopartikel kitosan dapat menurunkan kandungan Cd dalam medium cair dengan penambahan optimum sebesar 0,4 gr/50mL serta sebagai antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella typhimurium* dan *Escherichia coli*.

II.3.3. Kitosan Sebagai Anti Bakteri

Kitosan memiliki keunggulan yaitu mempunyai muatan positif kuat yang dapat mengikat muatan negatif dari senyawa lain sehingga dapat berperan sebagai menghambat pertumbuhan bakteri, detoksifikasi, tidak beracun serta mudah mengalami degradasi secara biologi (Wittriansyah *et al.*, 2019). Antimikroba pada kitosan dapat menghambat mikroorganisme pembusuk, termasuk jamur serta bakteri patogen yaitu bakteri Gram-positif dan bakteri Gram negatif (Jalil *et al.*, 2024). Menurut Killay (2013), kitosan dapat menghambat pertumbuhan mikroba salah satunya penyebab penyakit tifus yang resisten terhadap antibiotik.

Gugus fungsional amina ($-NH^2$) pada kitosan bermuatan positif dan sangat reaktif sehingga mampu berikatan dengan dinding sel bakteri yang bermuatan negatif. Ikatan tersebut terjadi pada situs elektronegatif di permukaan dinding sel bakteri (Rumengan *et al.*, 2018). menyebabkan membran mikroba mengalami tekanan *permiabile* seperti tekanan osmotik di dalam sel tidak seimbang sehingga menghambat pertumbuhan dari mikroba. Selain itu, pasangan elektron bebas juga dimiliki oleh $-NH^2$, sehingga mineral Ca^{2+} yang terdapat pada dinding sel bakteri dapat ditarik oleh gugus $-NH^2$ dengan membentuk ikatan kovalen koordinasi. Adapun lipopolisakarida dengan lapisan luar pada bakteri Gram negatif memiliki kutub negatif yang sangat sensitif terhadap (Wittriansyah *et al.*, 2019).

Adapun nilai derajat deasetilasi (DD) Standar kategori kitosan adalah 40 – 100% (Setiati *et al.*, 2021). Nilai derajat deasetilasi kitosan $\geq 70\%$ dapat diaplikasikan pada bidang pangan, nilai derajat deasetilasi menunjukkan kemurnian dari kitosan yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan penghilangan gugus asetil ($COCH_3$) pada saat proses deasetilasi kitin menjadi kitosan. Derajat deasetilasi mempengaruhi kemampuan kitosan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme, semakin tinggi derajat deasetilasi maka semakin bagus (Ardiansya, 2019).

II.3.4. Aplikasi Kitosan pada Ikan

Penggunaan kitosan sebagai anti bakteri menjadi alternatif bahan alami dalam pencegahan penyakit. Beberapa aplikasi telah dilakukan yaitu melalui perendaman dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk sehingga dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengawet pada ikan belanak. Pada penelitian hasil terbaik uji TPC (*Total Plate Count*) adalah kitosan *Emerita* sp. 2% dengan perendaman selama 60 menit. Semakin besar konsentrasi dan semakin lama perendaman, kemampuan kitosan *Emerita* sp. dalam menghambat pertumbuhan bakteri semakin baik (Wittriansyah *et al.*, 2019). Waktu perendaman terbaik kitosan yaitu pada konsentrasi 2% selama 45 menit yang berasal dari limbah udang dapat digunakan sebagai bahan pengawet daging ayam agar menghambat terjadinya pembusukan oleh bakteri, tanpa mengubah rasa dan aroma khas daging ayam (Harjanti, 2014).

II.4. *Aeromonas hydrophila*

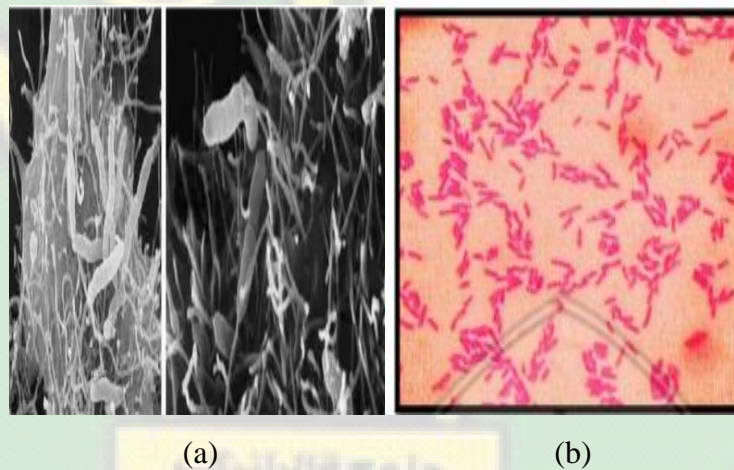
Klasifikasi *Aeromonas hydrophila* menurut ITIS (Integrated Taxonomic Information System) (2012), adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Bacteria*
Phylum : *Proteobacteria*
Class : *Gammaproteobacteria*
Order : *Aeromonadales*
Family : *Aeromonadaceae*
Genus : *Aeromonas*
Species : *Aeromonas hydrophila*

Aeromonas hydrophila termasuk famili *Aeromonadaceae*, bakteri yang secara normal ditemukan dalam habitat seperti air, tanah, patogen pada hewan berdarah dingin dan berdarah panas kolam air tawar, kolam air payau dan gastrointestinal ikan (Murwani, 2017). Bakteri ini bersifat patogen yang menyebabkan penyakit sistemik serta mengakibatkan kematian secara masal pada ikan. Penyakit yang ditimbulkan dari bakteri ini berupa MAS (*Motile Aeromonas Septisemia*) atau hemorrhagic septicemia, ulcer disease atau Red-Sore Disease (Murwani, 2017).

Aeromonas hydrophila adalah bakteri uniseluler heterotrofik, diklasifikasi sebagai protista prokariotik ditandai terdapat membran yang membagi antara inti dengan sitoplasmanya (Yanuhar, 2019). Bakteri ini berbentuk batang pendek ujungnya bulat (Rahmaningsih, 2018) dengan ukuran yaitu $0,7-1,8 \times 1,0-1,5 \mu\text{m}$. Bewarna putih, opak, mengkilat dan konveks (Murwani, 2017). Bersifat aerob dan anaerob fakultatif, tidak berspora, motil, bergerak dibantu dengan menggunakan satu flagel dan hidup pada kisaran suhu mesofil yaitu $25-30^{\circ}\text{C}$ (Rahmaningsih, 2018).

Bakteri *Aeromonas hydrophila* tergolong bakteri Gram negatif yang beroksidasi positif dan katalase positif. Kemampuannya dapat memfermentasikan beberapa gula seperti fruktosa, glukosa, maltose dan trehalosa. Hasil fermentasi menghasilkan senyawa asam atau asam dengan gas, setelah 24 jam pada nutrient agar dapat diamati koloni bakteri dengan diameter 1-3 mm yang berbentuk cembung, halus dan terang (Yanuhar, 2019).



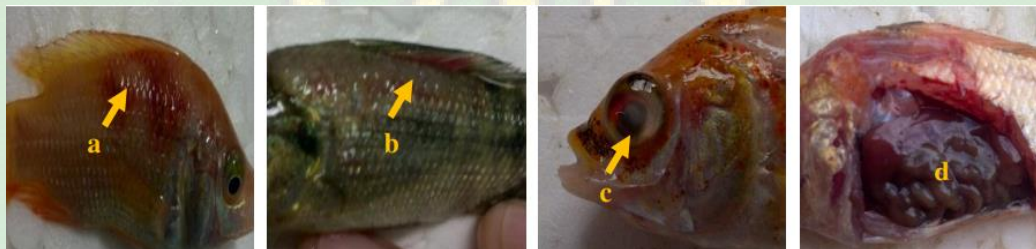
Gambar II.6. (a) Bakteri *Aeromonas hydrophila* (Rahmaningsih, 2018)

(b) Pewarnaan Gram Bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan Perbesaran 1000x (Abda'u, 2018)

Bakteri *Aeromonas hydrophila* merupakan patogen oportunistik yang terdapat di air menyebabkan kematian tinggi pada ikan-ikan budidaya. Karena sifat virulennya yang diakibatkan oleh ekstraselulernya seperti sitotoksin, endotoksin, protease dan hemolisin. Bakteri *Aeromonas hydrophila* dapat menginfeksi ikan akibat perubahan kondisi lingkungan, perubahan temperatur, air yang

terkontaminasi, stress, sistem imun tubuh ikan berkurang dan kontak dengan peralatan yang tercemar (Amrijed, 2019). Gejala akibat bakteri tersebut berupa mata menonjol (*exophthalmus*), sirip rusak, kulit kering dan kasar, warna kulit menjadi gelap, terkadang perut mengembung berisi cairan kemerahan (Maryani *et al.*, 2024).

Menurut penelitian Reynalta *et al.*, (2019) tanda lainnya perubahan tingkah laku renang yang muncul pada ikan nila yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* yaitu ikan cenderung agresif dengan sirip punggung yang mengembang dan juga ditemui ikan yang lemah dan diam di dasar akuarium selain itu pergerakan renang lambat, pergerakan ikan tidak seimbang. Mudah stress dan berenang di sekitar aerasi dikarenakan keseimbangan tubuh ikan menurun akibat infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. Berikut contoh di bawah ini gambar gejala klinis ikan nila pasca infeksi *Aeromonas hydrophila*.



Gambar II.7.(a) Pendarahan pada Bekas Infeksi *Aeromonas hydrophila*, (b) Pendarahan pada Sirip Punggung (c) Mata Membesar (*Exophthalmia*) (d) *Dropsy* (Indriani *et al.*, 2014).

II.5. Uji Aktivitas Antibakteri

Antibakteri adalah zat yang dihasilkan oleh suatu mikroba yang dapat menghambat pertumbuhan atau dapat menghilangkan jenis mikroba lain. Antibakteri terbagi atas dua berdasarkan mekanisme kerjanya yaitu bakterisida bersifat membunuh bakteri sedangkan bakteriostatika bersifat menghambat pertumbuhan bakteri. Adapun target mekanisme antibakteri yaitu merusak dinding sel, penghambatan kerja enzim, perubahan permeabilitas sel, perubahan molekul protein dan asam nukleat dan penghambatan sintesis asam nukleat dan protein (Rollando, 2019). Pada penelitian ini uji aktivitas antibakteri secara invitro menggunakan metode *Kirby-Bauer* dan uji invivo menggunakan metode perendaman.

II.5.1. Metode Kirby Bauer

Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode *Kirby-Bauer* yaitu menggunakan difusi cakram (*disk diffusion method*). Metode difusi kertas cakram agar atau Kirby Bauer test (*disk Diffusion*) merupakan cara untuk menentukan sensitivitas antibiotika untuk bakteri dengan melihat diameter zona hambat yang terbentuk. Cara ini dilakukan dengan meletakkan piringan (*disk*) yang terkandung senyawa antimikroba pada permukaan media agar yang terinokulasi mikroba uji kemudian diinkubasi. Selama masa inkubasi senyawa antimikroba akan berdifusi ke dalam media agar (Rollando, 2019).

Aktivitas antibakteri dapat dilihat dengan mengamati zona hambatan yang terbentuk di sekeliling *paper disc*. Antibakteri dikatakan positif jika terbentuk zona hambatan berupa zona bening di sekeliling *paper disc* dan antibakteri negatif ditandai dengan tidak terbentuknya zona bening (Komariah *et al.*, 2012). Menurut Allo (2016), zona hambat yang terbentuk di sekeliling cakram setelah inkubasi, apabila diameternya semakin besar maka semakin terhambat pula pertumbuhan bakteri.

II.5.2. Metode Perendaman

Penggunaan metode pengobatan untuk mencegah dan mengobati ikan yang terserang bakteri, jamur dan parasit seperti salah satu ikan yang terserang dengan bakteri *Aeromonas hydrophila*. Cara pengobatan terhadap ikan tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu melalui perendaman, penyuntikan, pengolesan dan melalui pakan. Pengobatan dengan sistem perendaman merupakan cara aplikatif dibanding dengan aplikasi lainnya, karena dapat mempermudah proses pengobatan terutama untuk ikan yang berukuran kecil dalam skala banyak (Pratiwi *et al.*, 2016).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilakukan pada bulan Oktober 2021 sampai Januari 2022 yang bertempat di Banda Aceh, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi, gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

III.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berdasarkan pelaksanaan penelitian, di bawah ini tabel rincian waktu penelitian:

Tabel III.1. Rincian Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan															
		Okt				Nov				Des				Jan			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Persiapan Alat dan Bahan		■														
2.	Sterilisasi Alat dan Bahan			■	■												
3.	Pengambilan Sampel Cangkang Kerang					■											
4.	Persiapan Cangkang Kerang																
5.	Pembuatan Kitosan						■	■	■								
6.	Peremajaan Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>										■						
7.	Pembuatan Suspensi Bakteri										■						
8.	Pembuatan Konsentrasi Kitosan Cangkang Kerang Bulu										■						
9.	Uji In Vitro Aktivitas Antibakteri dengan Metode <i>Kirby Bauer</i>											■					
10.	Persiapan Wadah dan Adaptasi Ikan Uji												■				
11.	Penginfeksian <i>A. hydrophila</i> pada Ikan Nila													■			
12.	Perendaman Kitosan pada Ikan Nila Terinfeksi <i>A. hydrophila</i>														■		
13.	Analisa Data															■	■

III.3. Objek Penelitian (Sampel)

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) yang diperoleh dari pembuangan kerang daerah Alue Naga, Aceh Besar. Kemudian ikan nila diperoleh dari tempat pembudidaya ikan nila daerah Gampong Jawa, Banda Aceh sebanyak 54 ekor dengan panjang 7–10 cm per ekor dan bobot badan 7- 18 gram. Serta biakan murni *Aeromonas hydrophila* diperoleh dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Batee, Aceh Besar.

III.4. Alat dan Bahan Penelitian

III.4.1. Alat

Alat yang digunakan adalah gelas ukur, erlenmeyer, *laminar air flow* (LAF), pipet tetes, pinset, penggaris, cawan petri, pipet volume, labu ukur, *beker gelas*, kertas saring, labu pemanas, pH meter, neraca analitik, *hot plate*, ember, aerator, cawan petri, jangka sorong, bunsen, mortar dan alue, oven, inkubator, desikator, alat tulis, blender, labu ukur, pinset, *magnetic stirrer*, gelas kimia, jarum ose, mikropipet 100 μ L-1000 μ L, jarum suntik (1 mL), DO meter dan ayakan.

III.4.2. Bahan

Aeromonas hydrophila, ikan nila, cangkang kerang bulu, TSB (*Tripticase Soy Broth*), TSA (*Tripticase Soy Agar*), NaOH 1%, HCl 1M, Akuades, NaOH 25 %, NaOCl 4%, kertas saring (*whatman 42*), asam asetat 1%, kloramfenikol 30 (μ g/ml), kertas cakram, larutan Mc. Farland 0.5, larutan NaCl 0,9 %, plastik *wrap* dan kertas label.

III.5. Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimen, yaitu penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi melalui pemberian perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian yang kemudian diamati/diukur dampaknya. Pada penelitian uji *in vitro* menggunakan metode *Kirby Bauer* yaitu dengan difusi agar kertas cakram untuk mengetahui aktivitas kitosan terhadap *Aeromonas hydrophila*.

Rancangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL). Rancangan acak lengkap pada penelitian uji in vitro terdapat 4 kelompok perlakuan dan kontrol positif sehingga banyaknya ulangan yang diperlukan pada penelitian dihitung dengan menggunakan rumus dari Federer (Candrasari *et al.*, 2011).

$$(n - 1) (t - 1) \geq 15$$

Keterangan : t = jumlah kelompok

n = jumlah sampel ulangan

$$(n - 1) (4 - 1) \geq 15 \rightarrow 3 (n - 1) \geq 15 \rightarrow 3n \geq 15 + 3 \rightarrow 3n \geq 18 \rightarrow n = 6$$

Maka pada perhitungan di atas dengan menggunakan rumus federer menghasilkan 6 kali ulangan.

Berikut rancangan penelitian secara in vitro pada tabel di bawah ini

Tabel III.2. Rancangan Penelitian Secara In Vitro

Sampel	Perlakuan (Konsentrasi)	Ulangan					
		1	2	3	4	5	6
Kitosan cangkang kerang bulu	K1	K ₁ U ₁	K ₁ U ₂	K ₁ U ₃	K ₁ U ₄	K ₁ U ₅	K ₁ U ₆
	K2	K ₂ U ₁	K ₂ U ₂	K ₂ U ₃	K ₂ U ₄	K ₂ U ₅	K ₂ U ₆
	K3	K ₃ U ₁	K ₃ U ₂	K ₃ U ₃	K ₃ U ₄	K ₃ U ₅	K ₃ U ₆
	K4	K ₄ U ₁	K ₄ U ₂	K ₄ U ₃	K ₄ U ₄	K ₄ U ₅	K ₄ U ₆

Keterangan : K1 : konsentrasi kitosan cangkang kerang bulu 1% .

K2 : konsentrasi kitosan cangkang kerang bulu 3%.

K3 : konsentrasi kitosan cangkang kerang bulu 5%.

K4 : konsentrasi kitosan cangkang kerang bulu 7%.

(Baharuddin & Isnaeni, 2020)

III.6. Prosedur Kerja

III.6.1. Pengambilan Sampel Cangkang Kerang Bulu

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah secara *simple random sampling* (Gunawan *et al.*, 2015). Sampel yang digunakan berupa limbah cangkang kerang bulu yang diperoleh dari tempat pembuangan limbah cangkang kerang pada Gampong Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala, Kabupaten Aceh

Besar. Limbah tersebut berasal dari pedagang warung yang berjualan di daerah tersebut.

III.6.2. Persiapan Sampel Cangkang Kerang Bulu

Cangkang kerang bulu diambil sebanyak 1 kg kemudian dicuci terlebih dahulu dengan air hingga bersih, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8-12 jam atau dalam oven dengan suhu 80°C selama 24 jam sehingga diperoleh produk kering dengan kadar air $\pm 10\%$. Setelah itu dihaluskan dengan mortar dan alue dan diblender (Ariyanti *et al.*, 2020) lalu diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh (Baharuddin & Isnaeni, 2020).

III.6.3. Pembuatan Kitosan

Prosedur pembuatan kitosan dari limbah cangkang kerang bulu mencakup proses deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi.

1. Deproteinasi

Proses ini dilakukan untuk menghilangkan protein dari cangkang kerang bulu, mulanya cangkang kerang yang sudah diayak ditimbang sebanyak 400 gram kemudian dicampur dengan 3000 ml NaOH 1%. Lalu dipanaskan pada suhu 60-80°C selama 1 jam menggunakan *magnetic stirrer* di dalam gelas kimia dengan kecepatan 50 rpm. Larutan didinginkan dan disaring sehingga didapat padatan, dicuci padatan dengan aquades sampai pH netral, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C hingga kering ± 3 jam (Hastuti & Tulus, 2015).

2. Demineralisasi

Kitin yang telah dideproteinasi selanjutnya dilakukan proses demineralisasi, proses demineralisasi dilakukan untuk menghilangkan mineral dari cangkang kerang bulu seperti magnesium, kalsium dan fosfor. Serbuk cangkang kerang hasil deproteinasi sebanyak 200 gram ditambahi dengan larutan 2000 ml HCl 1 M dicampur dalam gelas kimia kemudian dipanaskan pada suhu kamar sambil dilakukan pengadukan dengan kecepatan 50 rpm selama 1 jam. Diperoleh padatan dan dicuci menggunakan akuades beberapa kali sampai pH netral. Kemudian menyaring dan mengeringkan endapan dalam oven pada

temperatur 80°C selama 3 jam, hasil endapan proses ini disebut kitin (Hastuti & Tulus, 2015).

3. Depigmentasi

Padatan kitin hasil demineralisasi dilakukan proses depigmentasi (pemutihan cangkang kerang) dengan menggunakan NaOCl 4% (1:10). Campuran diaduk selama 1 jam pada suhu ruang, kemudian disaring menggunakan kertas saring dan dinetralkan dengan akuades. Hasil padatan dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam (Bahri *et al.*, 2015).

4. Deasetilasi

Kitin yang diperoleh ditambah NaOH konsentrasi 25% dengan perbandingan 1 : 5, dipanaskan pada suhu 70-75°C selama dua jam. Larutan kemudian disaring sehingga didapat padatan, lalu dicuci dengan air sampai pH netral. Padatan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 36 jam. Kitosan yang diperoleh ditimbang dan disimpan dalam kantong plastik pada suhu kamar (Ariyanti *et al.*, 2020)

III.6.4. Peremajaan Bakteri *Aeromonas hydrophila*

Peremajaan bakteri *Aeromonas hydrophila* dilakukan dengan cara metode gores, mulanya siapkan media agar miring TSA (*Trypticase Soy Agar*) yang sudah dibuat terlebih dahulu. Lalu diambil biakan murni bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan menggunakan jarum ose sebanyak 1 kali. Bakteri yang terdapat pada jarum ose digoreskan ke dalam media agar miring dengan metode gores secara aseptik. Media diinkubasi di dalam inkubator dengan suhu 30°C selama 24 jam (Abda'u, 2018).

III.6.5. Pembuatan Konsentrasi Kitosan Cangkang Kerang Bulu

Konsentrasi kitosan yang digunakan pada pengujian aktivitas antibakteri mengacu pada penelitian Baharuddin *et al.*, (2018) ; Baharuddin & Isnaeni (2020) dengan konsentrasi efektifnya 1%, 3%, 5%, dan 7%. Konsentrasi 1% ditimbang sebanyak 1 gram serbuk kitosan, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, setelah itu larutan asam asetat 1% ditambahkan sedikit demi sedikit hingga

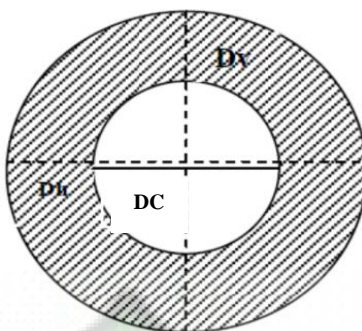
kitosan larut sampai tanda batas volumenya. Pada pembuatan kitosan konsentrasi 3%, 5%, dan 7% cara yang sama dilakukan yaitu dengan menimbang serbuk kitosan masing-masing sebanyak 3, 5, dan 7 gram lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, ditambahkan larutan asam asetat 1% sedikit demi sedikit hingga kitosan larut sampai tanda batas volumenya. Adapun kontrol positif digunakan kloramfenikol 30 ($\mu\text{g/ml}$) (Sinaga *et al.*, 2016).

III.6.6. Uji In Vitro Aktivitas Antibakteri dengan Metode Kirby Bauer

Uji ini dilakukan untuk melihat aktivitas kitosan cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophilla* dengan menggunakan metode Kirby Bauer, suspensi bakteri *Aeromonas hydrophilla* diinokulasi ke dalam cawan petri yang telah berisi media TSA sebanyak 0,1 ml lalu diratakan menggunakan batang L (*spreader*) (Agustina, 2018) Kemudian kertas cakram steril diberikan beberapa perlakuan kitosan dengan konsentrasi 1%, 3%, 5%, dan 7% (Baharuddin & Isnaeni, 2020) dengan cara diteteskan sebanyak 20 μL , kertas cakram dikeringkan selama 1 menit (Aisyah *et al.*, 2017). Perlakuan kontrol positif digunakan kloramfenikol 30 ($\mu\text{g/ml}$). Kemudian kertas cakram yang telah mengandung kitosan dan kontrol diletakkan pada media agar yang sudah ditanam bakteri dengan menggunakan pinset steril, sedikit menekan supaya *paper disc* benar-benar menempel pada agar (Komariah *et al.*, 2012). Menurut Suherman *et al.*, (2018), diatur jarak kertas cakram dari pinggir cawan petri minimal 20 mm kemudian diinkubasi pada suhu 37⁰C dalam inkubator selama 1 x 24 jam.

Pengamatan dan pengukuran diameter zona hambatan dilakukan setelah masa inkubasi 1 x 24 jam pada suhu 37⁰C. Aktivitas antibakteri dapat dilihat dengan mengamati zona hambatan yang terbentuk di sekeliling *paper disc*. Zona hambatan yang terbentuk pada media, diukur dengan menggunakan jangka sorong (Suherman *et al.*, 2018). Parameter untuk menilai efektivitas kitosan cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophilla* yaitu menggunakan rumus berikut.

$$\frac{(DV-DC) + (DH-DC)}{2}$$



Gambar III.1. Pengukuran Diameter Zona Hambat (Pormes *et al.*, 2016).

Keterangan :

▨ : Zona hambatan

DV : Diameter vertikal

DH : Diameter horizontal

DC : Diameter cakram

Tabel III.3. Kategori Penghambatan Antimikroba Berdasarkan Diameter Zona Hambat

Diameter Zona Terang	Respon Hambatan Pertumbuhan
≤ 5 mm	Lemah
5-10 mm	Sedang
10-20 mm	Kuat
≥ 20	Sangat Kuat

Sumber : (Romadhoni, 2020)

Berdasarkan uji *in vitro* dapat diperoleh konsentrasi optimum kitosan cangkang kerang bulu yang efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri *A. hydrophila*, dosis ini selanjutnya akan dijadikan standar dosis kitosan yang akan digunakan pada uji *in vivo*.

III.6.7. Uji *In Vivo* Kitosan pada Ikan Nila

1. Persiapan Wadah

Ember digunakan sebagai wadah dalam penelitian ini yang berdiameter 30,5 x 26,5 cm dengan volume 5 liter sebanyak 20 wadah. Sebelum digunakan,

dicuci terlebih dahulu ember dengan sabun hingga benar-benar bersih dan steril lalu dijemur untuk menghilangkan bibit penyakit. Kemudian ember diisi air dan diaerasi menggunakan aerator dan diberi larutan PK untuk menghilangkan bau plastik (Adhika *et al.*, 2016). Air yang digunakan sebagai media hidup ikan yaitu air sumur.

Menurut Hanief *et al.*, (2014), untuk menjaga kualitas air, dilakukan setiap 2 hari sekali penyiponan agar kotoran yang terdapat di dasar wadah tidak menumpuk. Kemudian pergantian air dilakukan setiap seminggu sekali sebanyak 1/2 - 1/3 dari volume wadah. Tujuan pergantian air ini untuk mengencerkan zat-zat beracun yang terlarut dalam air agar mengurangi sifat racun dari zat tersebut sehingga kualitas air akan terjaga. Adapun kualitas air diamati setiap seminggu sekali pada pagi atau sore hari, parameter kualitas air yang diamati adalah suhu air, keasaman (pH) kadar dengan menggunakan pH meter, oksigen terlarut (DO) digunakan alat DO meter.

2. Adaptasi Ikan Uji

Ikan nila yang digunakan berasal dari pembudidaya di daerah Gampong Jawa, kemudian ikan nila diukur panjang dan ditimbang bobot yaitu 7–10 cm per ekor dan bobot badan 7-18 gram dengan umur \pm 30 hari (Mangunwardoyo *et al.*, 2010). Pengambilan ikan nila berumur \pm 30 hari karena respon tubuhnya terhadap lingkungan lebih cepat tangkap dan mudah terserang oleh penyakit karena ikan tersebut masih difase ikan muda. Sebelum dilakukan aklimatisasi pada media pemeliharaan, ikan terlebih dahulu direndam dalam larutan garam selama kurang lebih 2 menit untuk mereduksi patogen eksternal yang melekat pada tubuh ikan (Amrijed, 2019). Sebanyak masing-masing 3 ekor ikan dimasukkan ke dalam 18 ember yang telah didesinfeksi.

Sebelum dilakukan infeksi pada ikan uji, terlebih dahulu dilakukan adaptasi selama 1 minggu di dalam wadah. Adaptasi bertujuan untuk mengetahui tingkat kesehatan ikan yang akan digunakan dalam penelitian. Apabila selama adaptasi terjadi kematian 10%, maka ikan uji tidak layak digunakan dalam penelitian. Aklimatisasi dilakukan agar ikan nila nanti benar-benar sudah siap

untuk diuji karena ikan tersebut sudah mampu beradaptasi dengan lingkungannya (Wahjuningrum *et al.*, 2010).

Pemberian pakan selama aklimatisasi berupa pelet apung komersial. Jumlah pakan yang diberikan (FR) sebanyak 3% dari biomassa ikan per hari dengan frekuensi pemberian 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari (Wahjuningrum *et al.*, 2010). Adapun pakan yang diberikan pada ikan selama penelitian yaitu secara *at satiation* dengan pemberian pakan tiga kali sehari (Rejeki *et al.*, 2018).

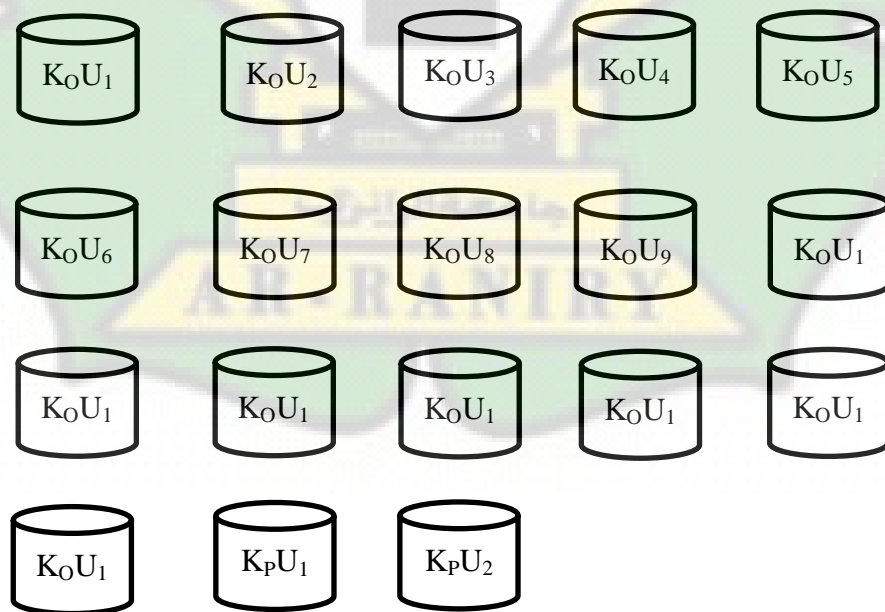
III.6.8. Desain Bak

Penelitian uji *in vivo* terdiri dari 1 kelompok perlakuan dari hasil optimal uji *in vitro* dilakukan 16 kali ulangan dan 1 kontrol positif dengan 4 kali ulangan.

Kontrol positif : ikan disuntik *Aeromonas hydrophila* kemudian direndam menggunakan antibiotik kloramfenikol.

Perlakuan pengobatan : ikan disuntik *Aeromonas hydrophila* pada hari ke 0 dan direndam dengan kitosan cangkang kerang bulu dosis optimal uji *in vitro*.

Penempatan wadah perlakuan dan ulangan dapat diperoleh denah penelitian pada Gambar III.2. berikut ini:



Gambar III.2. Penempatan Wadah Penelitian

Keterangan :

- K_o : Konsentrasi optimal
K_p : Kontrol positif
U1-U16 : Ulangan 1 – 16

III.6.9. Penginfeksian *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila

Untuk meningkatkan kembali patogenisitas bakteri dilakukan dengan menginfeksi *Aeromonas hydrophila* pada ikan uji dengan teknik penyuntikan. Suspensi bakteri disiapkan dengan memindahkan koloni *Aeromonas hydrophila* ke dalam 10 mL, kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* sampai homogen. Suspensi bakteri $1,5 \times 10^8$ cfu/ml sebanyak 0,1 mL disuntikkan secara intramuskular dengan jarum suntik (1 mL) pada tiga ekor ikan nila yang sebelumnya diinaktifkan dengan cara dicelupkan di dalam air suhu 25°C selama 30 detik. Dimasukkan ke dalam ember dan dibiarkan selama 24 jam atau sampai tampak gejala klinis pada ikan (Mangunwardoyo *et al.*, 2010). Infeksi yang ditimbulkan sirip geripis, sisik rontok, sirip punggung berwarna merah, pembengkakan pada perut dan bersifat akut dengan tanda klinis warna kulit menjadi lebih gelap (Panigoro *et al.*, 2018). Gejala klinis yang diamati pada penelitian ini yaitu pembengkakan perut serta pada bekas suntik, bercak merah pada punggung ikan punggung ikan (*hemoragi*), perubahan warna permukaan tubuh menjadi gelap dan sirip dada yang putus (Afrianto *et al.*, 2015).

III.6.10. Perendaman Kitosan pada Ikan Nila Terinfeksi *Aeromonas hydrophila* Secara In Vivo

Setelah tampak gejala infeksi *Aeromonas hydrophila* pemberian kitosan dilakukan dengan cara perendaman pada ikan yaitu dengan dimasukan ke dalam wadah ember larutan kitosan sebanyak 200 ml dan kemudian direndam selama 24 jam pada konsentrasi dari optimum kitosan uji in vitro dan kontrol positif dengan menggunakan kloramfenikol. Setelah proses perendaman selesai, air pada wadah ember diganti dengan air normal dan dilakukan pengamatan.

III.6.11. Parameter yang Diamati

1. Kelangsungan hidup

Pengamatan dilakukan dengan melihat dan menghitung ikan yang hidup pada setiap unit perlakuan. Perhitungan jumlah ikan yang mati dilakukan diakhir pengamatan setelah ikan nila diuji tantang sampai hari ke 14 pasca uji tantang (Rikawati, 2018). Nilai sintasan dihitung dengan rumus:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : Tingkat kelangsungan hidup %

N_t : Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

N_o : Jumlah ikan yang hidup pada awal penelitian (ekor)

(Amanda *et al.*, 2016)

III.6.12. Analisis Data

Hasil pengamatan data uji *in vitro*, dilihat secara deskriptif dengan melihat zona hambat (zona bening) yang terbentuk untuk menentukan satu perlakuan terbaik dari setiap konsentrasi kemudian data dianalisis menggunakan *one way* ANOVA, kemudian dengan bantuan program Microsoft Excel 2010 dan SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) 23 selang kepercayaan 95% (Reynalta *et al.*, 2019). Data uji *in vivo* dengan parameter kelulushidupan ikan nila data dianalisis menggunakan uji t independent..

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Penelitian

IV.1.1. Aktivitas Limbah Kitosan Cangkang Kerang Bulu Terhadap *Aeromonas hydrophila* Secara In Vitro

Senyawa kitosan dari cangkang kerang bulu diperoleh dari beberapa tahapan isolasi yaitu tahapan deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi (menghasilkan kitosan). Hasil dari tahapan tersebut beserta rendemennya dapat dilihat pada Tabel IV.1.

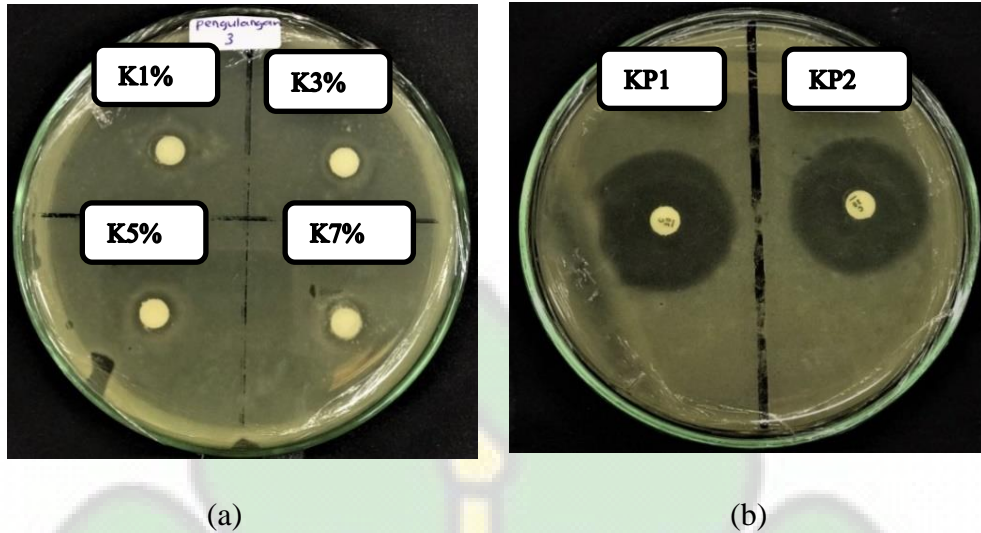
Tabel IV.1. Hasil Kitosan Cangkang Kerang Bulu

No	Tahapan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Keterangan	Rendemen %
1	Deproteinasi	400	374,88	Uji lanjut tahap 2	93,7
2	Demineralisasi	200	157,55	Uji lanjut tahap 3	78,7
3	Depigmentasi	100	65,66	Kitin duji lanjut tahap 3	65,6
4	Deasetilasi	40	30,88	Kitosan	77,2

Berdasarkan hasil pengujian kitosan limbah cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophila* secara In-vitro dengan konsentrasi 1%, 3%, 5% dan 7% setelah inkubasi 24 jam menunjukkan aktivitas antibakteri tersebut dapat dilihat dari terbentuknya zona hambat pada setiap perlakuan (Gambar IV.1). Adapun rerata yang dihasilkan berbeda setiap perlakuan konsentrasi kitosan seperti pada Tabel IV.2. Terlihat bahwa rata-rata zona hambat cenderung semakin meningkat seiring dengan meningkatnya dosis kitosan yang diberikan.

Tabel IV.2. Zona Hambat Kitosan Terhadap *Aeromonas hydrophila*

Perlakuan	Diameter Zona Bening (mm)						Rerata
	UI	UII	UIII	IV	V	VI	
konsentrasi 1 %	6,165	2,115	5,1	3,67	5,3	2,165	4,08
konsentrasi 3 %	7,175	4,65	5,61	4,73	3,02	5,075	5,04
konsentrasi 5 %	2,205	5,485	7,895	5,335	6,06	5,505	5,41
konsentrasi 7 %	6,32	6	8,915	7,03	7,01	5,83	6,85
kontrol positif	25,455	27,605	-	-	-	-	26,3



Gambar IV.1. Interpretasi Zona Hambat Terhadap *Aeromonas hydrophila*
 (a) Konsentrasi Kitosan (b) Kontrol Positif Kloramfenikol

IV.1.1.1. Uji Statistik Zona Hambat

1. Uji Normalitas

Salah satu syarat untuk melakukan uji *Anova* yaitu menggunakan terlebih dahulu uji normalitas. Berikut hasil uji normalitas data zona hambat kitosan limbah cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophila* pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3. Uji Normalitas Zona Hambat

Perlakuan	Uji Kolmogorov-smirnov
	Sig.
Konsentrasi 1%	0,200
Konsentrasi 3%	0,200
Konsentrasi 5%	0,064
Konsentrasi 7%	0,195

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa pada uji kolmogorov-smirnov untuk masing-masing perlakuan konsentrasi 1%, 3%, 5% dan 7% masing-masing dengan nilai sig. yaitu 0,200; 0,200; 0,064; 0,195, karena signifikan lebih dari 0,05 jadi data penelitian terdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan juga sebelum melakukan uji *Anova*. Adapun hasil uji homogenitas data zona hambat kitosan limbah cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophila* seperti pada Tabel IV.4.

Tabel IV.4. Uji Homogenitas Zona Hambat

Levene statistic	Sig.
0,311	0,867

Tabel di atas diketahui bahwa nilai signifikansi pada respon *Aeromonas hydrophila* sebesar 0,867. Karena nilai sig > 0,05 (0,867 > 0,05), maka data respon bakteri terhadap empat perlakuan konsentrasi bersifat homogen, selanjutnya dapat dilakukan uji *one way anova*.

3. Uji One Way Anova

Uji anova dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan diameter zona hambat yang terbentuk pada konsentrasi 1%, 3%, 5%, dan 7%.. Berikut hasil uji *One Way Anova* data zona hambat kitosan limbah cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophila* dapat dilihat pada Tabel IV.5.

Tabel IV.5. Uji *One Way Anova* Zona Hambat

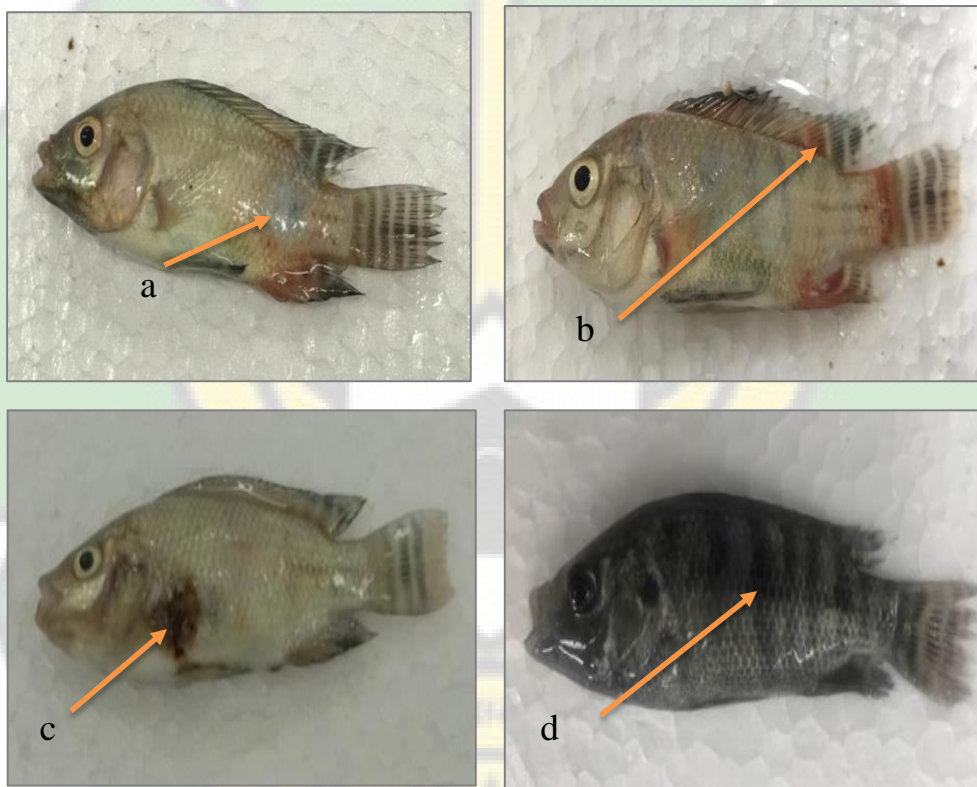
Bakteri Uji	Perlakuan	Mean Square	F Hitung	F Tabel 5%	Sig.
<i>Aeromonas hydrophila</i>	semua kelompok konsentrasi	212,319	93,189	2,795	0,00

Berdasarkan Tabel di atas dapat dilihat bahwa respon *Aeromonas hydrophila* nilai F hitung > F Tabel (93,189 > 2,795), adapun dilihat dari sig. < 0,05 (0,00 < 0,05) maka dapat disimpulkan adanya perbedaan antara konsentrasi yang ada.

IV.1.2. Aktivitas Kitosan Terhadap *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila Secara In Vivo

IV.1.2.1. Gejala klinis

Infeksi ikan nila akibat terserang bakteri *Aeromonas hydrophila* diamati secara visual. Adapun gejala infeksi *Aeromonas hydrophila* pada ikan nila setelah 24 jam memperlihatkan gejala klinis yang ditimbulkan berupa pembengkakan perut serta pada bekas suntik, pendarahan punggung ikan (*hemoragi*), perubahan warna permukaan tubuh menjadi gelap dan sirip dada mengalami putus (Gambar IV.2).



Gambar IV.2. Gejala Klinis *A. hydrophila* pada Ikan Nila (a) Pembengkakan Perut Ikan dan Bekas Suntik, (b) Pendarahan Punggung Ikan (c) Sirip Dada Putus (d) Badan Ikan Hitam

IV.1.2.2. Kelangsungan Hidup Ikan Nila

Berdasarkan gejala klinis yang terjadi pada ikan nila akibat infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* didapatkan kelangsungan hidupnya dapat dilihat pada Tabel IV.6.

Tabel IV.6. Persentase Kelangsungan Hidup (SR) Ikan Nila Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan	Ikan Awal	Ikan Akhir	SR%
KO 7% Kitosan	1	3	2	66.66
	2	3	2	66.66
	3	3	2	66.66
	4	3	2	66.66
	5	3	3	100.00
	6	3	2	66.66
	7	3	2	66.66
	8	3	1	33.33
	9	3	2	66.66
	10	3	1	33.33
	11	3	2	66.66
	12	3	3	100.00
	13	3	3	100.00
	14	3	2	66.66
	15	3	3	100.00
	16	3	1	33.33
	Rata-rata	3	2	68.74
KP Kloramfenikol	1	3	1	33.33
	2	3	3	100.00
	Rata-rata	3	2	66.66

Berdasarkan Tabel IV.6. dapat dilihat bahwa kelangsungan hidup ikan nila pasca infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* dan setelah dilakukannya perendaman kitosan dengan konsentrasi 7% didapatkan bahwa nilai kelangsungan hidupnya lebih besar dari pada nilai kelangsungan hidup yang menggunakan pengobatan antibiotik kloramfenikol pada uji kontrol positif.

IV.1.2.2.1. Uji Statistik Kelangsungan Hidup Ikan

1. Uji Normalitas

Uji t independent sebelumnya harus melakukan uji normalitas. Berikut hasil uji normalitas kelangsungan hidup ikan (SR) dapat dilihat pada Tabel IV.7.

Tabel IV.7. Uji Normalitas Kelangsungan Hidup Ikan

	SR
Kolmogorov-Smirnov Z	1,072
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,200

Berdasarkan tabel di atas data output dapat dilihat pada Kolmogorov smirnov diketahui bahwa nilai signifikansi untuk nilai sig (2-tailed) sebesar 0,200, karena signifikansi untuk seluruh variabel lebih besar sama dengan 0,05 ($0,200 > 0,05$) maka dapat disimpulkan data penelitian distribusi normal.

2. Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan sebelum melakukan uji t independent. Adapun hasil uji homogenitas kelangsungan hidup ikan (SR) seperti berikut.

Tabel IV.8. Uji Homogenitas Kelangsungan Hidup Ikan

Levene statistic	Sig.
2,346	0,145

Berdasarkan tabel di atas nilai signifikansi data SR pada KO dan KP adalah 0,145. Maka sig. lebih besar 0,05 ($0,145 > 0,05$), sehingga data penelitian memiliki varians yang sama (homogen).

3. Uji T Independent

Uji t independent kelangsungan hidup ikan (SR) dapat dilihat sebagai berikut

Tabel IV.9. Uji T Independent Kelangsungan Hidup Ikan

		t-test for Equality of Means			
		t hitung	t Tabel	df	sig. (2-tailed)
SR	Equal variances assumed	0,111	2,119	16	0,913
	Equal variances not assumed	0,062		1,059	0,96

Hasil uji t di atas menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan persentase kelangsungan hidup (SR) antara perlakuan KO (konsentrasi optimal) dengan pembanding KP (kontrol positif). Hal itu dibuktikan dengan hasil penghitungan uji mean t hitung < t Tabel (0,111<2,119).

IV.1.2.3. Kualitas Air

Media tempat hidup ikan yaitu air, karenanya kualitas air salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan. Kualitas air yang diamati selama penelitian berlangsung adalah suhu, pH, dan oksigen terlarut yang diukur seminggu sekali. Hasil pengamatan menunjukkan kualitas air yang baik sehingga layak untuk pemeliharaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Parameter kualitas air disajikan pada Tabel IV.10.

Tabel IV.10. Kisaran Kualitas Air Selama Penelitian

Perlakuan	Parameter Kualitas Air		
	suhu (°C)	pH	DO (mg/l)
Konsentrasi Optimum	25 - 29	7.2 - 8.7	5.2 - 5.7
Kontrol Positif	25 - 29	7,0 - 8.7	5.2 - 5.6
Kualitas Air untuk Ikan Nila	25-32	6.5 - 8.5	>3

Keterangan: Kualitas air untuk ikan nila (SNI 7550 : 2009)

IV.2. Pembahasan

IV.2.1. Aktivitas Limbah Kitosan Cangkang Kerang Bulu Terhadap *Aeromonas hydrophila* Secara In Vitro

Deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi merupakan proses untuk menghasilkan kitosan. Deproteinasi untuk menghilangkan protein, demineralisasi untuk menghilangkan mineral dan depigmentasi untuk menghilangkan zat warna pada kitin (Dompeipen, 2017), sedangkan proses pembuatan kitosan dengan cara deasetilasi kitin atau penghilangan gugus asetil pada kitin (Mursida *et al.*, 2018). Hasil pada masing-masing proses tersebut mengalami penurunan dari berat bahan baku awal karena komponen mineral, bahan organik dan protein pada cangkang kerang bulu yang terlarut dalam larutan

NaOH dan HCl. Proses tersebut mengakibatkan berat akhir kitosan lebih rendah daripada berat cangkang kerang utuh.

Berdasarkan Tabel IV.1. didapatkan hasil analisa rendemen kitosan cangkang kerang bulu dengan nilai sebesar 77,2%. Menurut Handayani *et al.*, (2018), rendemen yaitu persentase yang diperoleh dari berat bahan baku awal, apabila rendemen yang Besarnya nilai rendemen yang diperoleh menandakan tingkat keberhasilan kitosan. Berdasarkan penelitian Baharuddin, (2020), rendemen yang dihasilkan cangkang kerang bulu sebesar 81,06%. Jumlah rendemen kitosan dipengaruhi oleh ukuran partikel, temperatur dan waktu reaksi konsentrasi reagen.

Rendemen kitosan dipengaruhi oleh bahan baku dan proses produksinya (Mursida *et.al.*, 2021). Selain itu dipengaruhi juga oleh suhu dan waktu pemanasan, Pada proses deasetilasi (penghilangan gugus asetil) kitin menjadi kitosan dapat dilakukan secara enzimatik ataupun kimiawi. Secara enzimatik digunakan enzim kitin deasetilase sedangkan secara kimiawi, deasetilasi kitin dilakukan dengan penambahan NaOH. Penggunaan larutan NaOH pekat pada proses deasetilasi kitin bertujuan untuk mengubah gugus asetil dari kitin menjadi gugus amina pada kitosan. Proses tersebut akan menentukan mutu kitosan, semakin tinggi derajat deasetilasi maka mutu kitosan semakin baik (Maurya, 2021).

Adapun kitosan dari limbah cangkang kerang bulu secara umum memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila* yang menghasilkan zona bening di sekitaran cakram *disk*. Rerata zona hambat yang dibentuk oleh setiap perlakuan konsentrasi kitosan cangkang kerang bulu berbeda-beda seperti pada Tabel IV.2. diketahui bahwa konsentrasi 1% sebesar 4,08 mm, konsentrasi 3% sebesar 5,04 mm, konsentrasi 5% sebesar 5,41 mm dan konsentrasi 7% sebesar 6,85 mm.

Variasi konsentrasi kitosan yang digunakan dalam pengujian efektivitas antibakteri sangat berpengaruh terhadap daya hambat yang dihasilkan, dimana konsentrasi 1% masuk dalam klasifikasi respon hambatan lemah dan konsentrasi 3 %, 5% dan 7% masuk dalam kategori sedang. Semakin tinggi konsentrasi kitosan cangkang kerang bulu, maka semakin tinggi zona hambat yang terbentuk

pada sekitaran cakram *disk*. Menurut Romadhoni, (2020) kategori penghambatan antimikroba berdasarkan diameter zona hambat yaitu zona hambat <5mm dikategorikan lemah. Zona hambat terbentuk antara 5-10 mm dikategorikan sedang. Zona hambat yang terbentuk antara 10-20 mm dikategorikan kuat dan zona hambat >20 mm maka dikategorikan sangat kuat.

Berdasarkan hasil uji aktivitas anti bakteri yang telah dilakukan, maka diperoleh diameter zona hambat yang disebabkan oleh adanya aktivitas antibakteri. Hasil dianalisis menggunakan *One Way Anova* dengan kepercayaan 95% seperti pada Tabel IV.5. diperoleh nilai sig. 0,000 (< 0,05) dengan nilai F hitung perlakuan semua konsentrasi terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila* lebih besar dari nilai F Tabel menandakan adanya perbedaan rata-rata diameter zona hambat *Aeromonas hydrophila* yang terbentuk pada konsentrasi 1%, 3%, 5%, 7%, dan kontrol positif. Selanjutnya dilakukan uji lanjut yaitu LSD (Uji Beda Nyata Terkecil) menunjukkan bahwa konsentrasi 1% dengan 7% berbeda signifikan kemudian konsentrasi 1%, 3%, 5% dan 7% berbeda signifikan dengan kontrol positif.

Zona hambat yang terbentuk karena kitosan berpotensi sebagai bahan antimikroba karena mengandung enzim lisozim dan gugus aminopolisakarida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri atau jamur. Adapun enzim lisozim mampu mencerna dinding sel bakteri mengakibatkan bakteri kehilangan kemampuannya menimbulkan penyakit dalam tubuh (sel bakteri akan mati dikarenakan hilangnya sel dinding ini). Kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang berkemampuan menekan pertumbuhan bakteri sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Yuniarti & Hatina, 2021).

Antimikroba dari kitosan ataupun turunannya, berasal dari muatan molekul kation kitosan untuk mengikat secara agresif hingga ke permukaan sel mikroba, memimpin penyusutan bertahap membran sel dan akhirnya terjadi kematian sel (Septiani & Supriyo, 2022). Kitosan bermuatan positif dan sangat reaktif sehingga mampu berikatan dengan dinding sel bakteri yang bermuatan negatif yang disebabkan oleh gugus fungsional amina ($-NH_2$) pada kitosan. Ikatan tersebut terjadi pada situs elektronegatif di permukaan dinding sel bakteri (Rumengan *et al.*, 2018) menyebabkan membran mikroba mengalami tekanan

osmotik di dalam sel tidak seimbang (tekanan *permiabile*) sehingga menghambat pertumbuhan dari mikroba (Yusan, *et al.*, 2023).

Adapun penambahan asam asetat 1% sebagai pelarut kitosan dapat dijadikan sebagai aditif antibakteri, karena asam asetat memiliki gugus-gugus yang berikatan satu sama lain. Serta ion H- asam asetat ikut berinteraksi dengan gugus amina (-NH₂) pada kitosan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Baharuddin (2020), asam asetat larut dalam kitosan yang akan membentuk campuran homogen kental. Adapun asam setat sebagai pelarut kitosan mampu memprotonasi gugus amina menjadi amino kationik (-NH₃⁺) dan interaksi bahan antimikroorganisme dapat melalui interaksi hidrofobik dan interaksi ionik, namun karena kitosan tidak memiliki gugus alkil hidrofobik maka kemungkinan besar interaksi sifat antimikroorganisme polimer kitosan dengan bakteri melalui interaksi ionik antara polikationik ammonium kuarterner kitosan dengan muatan ion negatif sel mikroorganisme seperti interaksi dengan menggunakan asam asetat.

Menurut penelitian sebelumnya Mauryza, (2021), hasil uji kitosan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) terhadap aktivitas antibakteri *E. coli* dan *S. aureus* didapatkan zona hambat terbesar yaitu pada konsentrasi kitosan 1 % selama 72 jam. Menurut Baharuddin & Isnaeni (2020), kitosan cangkang kerang bulu memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli* hasil isolat kultur pada masa inkubasi 1 x 24 jam dan 2 x 24 jam, dimana semakin tinggi konsentrasi kitosan semakin besar pula zona hambat (aktivitas) yang dihasilkan.

Menurut Sudata *et al.*, (2020), potensi pengujian antibakteri kitosan cangkang kerang pena (*Pinna bicolor*) terhadap bakteri *Salmonella typhi* menggunakan metode difusi sumuran didapatkan hasil yaitu terbentuknya zona hambatan sebesar 20 mm. Adapun menurut penelitian Windari *et al.*, (2019), hasil pengujian aktivitas antibakteri kitosan cangkang kerang darah dengan menggunakan metode difusi agar (sumuran) diperoleh hasil berupa adanya zona hambat yang terbentuk. Konsentrasi optimal dalam menghambat bakteri terdapat pada kosentrasi 2% sebesar 7,25±1,50 m. Sehingga, kitosan cangkang kerang darah berpotensi sebagai biobakterisida.

Hasil penelitian pada kontrol positif (antibiotik kloramfenikol) mampu menghambat *Aeromonas hydrophila* (Tabel IV.2.). Zona hambat bakteri *Aeromonas hydrophila* menggunakan cakram antibiotik kloramfenikol 30 µg sebesar 26,3 mm termasuk ke dalam katagori zona hambat sangat kuat. Sama halnya dengan penelitian Purba *et al.*, (2022), menggunakan kloramfenikol 30 µg sebagai kontrol positif terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* dan *Aeromonas salmonicida*, dengan zona hambat yang terbentuk adalah 14,93 mm, 15,33 mm dan 16,12 mm. Antibiotik kloramfenikol dipilih karena bersifat bakteriostatik dengan spektrum yang luas sehingga aktif terhadap bakteri Gram negatif dan Gram positif.

IV.2.2. Aktivitas Kitosan Terhadap *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila Secara In Vivo

Berdasarkan pengujian sebelumnya secara in vitro didapatkan hasil bahwa zona hambat yang tertinggi terdapat pada konsentrasi 7% kemudian digunakan pada pengujian in vivo sebagai konsentrasi optimum dan digunakan pula kloramfenikol sebagai kontrol positif.

IV.2.2.1. Gejala klinis

Hasil pengamatan infeksi ikan nila akibat terserang bakteri *Aeromonas hydrophila* diamati secara langsung dengan memperhatikan gejala klinis yang tampak setiap hari setelah ikan diuji tantang sampai akhir masa pemeliharaan selama kurun waktu 14 hari. Gejala klinis yang muncul seperti pada Gambar IV.2. yaitu pembengkakan perut serta pada bekas suntik, pendarahan punggung ikan (*hemoragi*), perubahan warna permukaan tubuh menjadi gelap dan sirip dada mengalami putus. Menurut Hardi (2018), *Aeromonas hydrophila* merupakan bakteri septicemia yang berkembang di pembuluh darah sehingga gejala yang muncul terkait dengan adanya pendarahan dan pembengkakan seperti ulcer dan borok

Selain itu pada penelitian Rosidah *et al.*, (2018), gejala infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* pada ikan nila yaitu adanya *haemorrhagic* (pendarahan pada permukaan tubuh ikan), *exophthalmia* (mata ikan menonjol) dan *dropsy* (perut buncit serta warna tubuh ikan menjadi gelap. Menurut Sari *et al.*, (2018),

perubahan tingkah laku ikan pasca infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* yaitu ikan terlihat stress, ikan berada sekitaran aerasi, berenang menyendiri disertai gerakan renang yang tidak aktif, nafsu makan menurun, posisi renang ikan yang menjadi miring (*whirling*) karena kehilangan keseimbangan dalam tubuh.

Bakteri *Aeromonas hydrophila* menghasilkan ekstraseluler produk dan intraseluler produk. Kedua produk ini memiliki perbedaan waktu produksi oleh bakteri. Ekstraseluler bakteri diproduksi pada saat bakteri hidup dan menginfeksi bakteri, enzim yang dihasilkan sehingga berperan dalam proses patogenitas pada ikan atau inang adalah enzim lesitinase, kitinase serta toksin ekstraseluler hemolisin. Sedangkan intraseluler produk dihasilkan saat bakteri mengalami kerusakan membran sel bakteri atau kematian. Adapun kemampuan bakteri tersebut dalam menginvasi ikan melalui mekanisme kerja toksin ekstraseluler produk yang dikeluarkan pada saat bakteri masih hidup dan menempel pada organ tubuh ikan. Secara intraseluler bakteri yang dikeluarkan pada saat bakteri lisis atau mengalami kematian (Bahri, 2018).

Pengobatan ikan nila dari serangan bakteri menggunakan metode perendaman, menurut Sugiani *et al.*, (2019) daya larut antibiotik terhadap air ini sangat penting karena aplikasi pemberian antibiotik dalam perairan dan budidaya ikan lebih banyak menggunakan metode perendaman. Efektivitas daya hambat antibiotik terhadap bakteri target akan dipengaruhi oleh kemampuan daya larut terhadap air. Adanya perendaman kitosan cangkang kerang bulu pada ikan nila dengan konsentrasi 7% ikan yang hidup menunjukkan adanya perubahan luka pada tubuh ikan yang menuju ke arah penyembuhan seperti pembekakan pada perut serta bekas suntik yang mengecil, ikan yang bertahan hidup mengalami proses penyembuhan baik masih terlihat gejala klinis maupun tidak terlihat gejala klinis lagi. Gejala klinis yang masih teramati pada ikan yang bertahan hidup adalah berupa sisik yang rontok dan warna kemerahan pada kulit ikan tetapi menunjukkan perbaikan. Akan tetapi ada beberapa ikan yang tidak terjadinya penyembuhan.

Hal ini menunjukkan bahwa kandungan dalam kitosan dapat bereaksi pada penyembuhan ikan akibat bakteri *Aeromonas hydrophila*, dipengaruhi juga oleh sistem imun pada ikan yang bekerja sebagai akibat adanya perendaman yang

masuk ke dalam tubuh ikan sehingga meningkatkan respon ikan terhadap serangan pathogen. Menurut Setiati *et al.*, (2021), pada kitosan mekanisme kerja kitosan sebagai antibakteri yaitu kitosan memiliki sifat afinitas yang sangat kuat terhadap DNA mikroba sehingga dapat berikatan dengan DNA yang kemudian mengganggu mRNA dan sintesa proteinnya. Adapun dalam melawan bakteri atau mikroorganisme, sifat afinitas antimikroba dari kitosan tergantung dari berat molekul dan derajat deasetilasi. Pasangan elektron bebas yang dimiliki oleh $-NH_2$ pada kitosan, sehingga mineral Ca^{2+} yang terdapat pada dinding sel bakteri dapat ditarik oleh gugus $-NH_2$ dengan membentuk ikatan kovalen koordinasi. Adapun lipopolisakarida dengan lapisan luar pada bakteri Gram negatif memiliki kutub negatif yang sangat sensitif terhadap kitosan.

IV.2.2.2. Kelangsungan Hidup Ikan

Kelangsungan hidup, sejumlah organisme yang hidup pada akhir pemeliharaan yang dinyatakan dalam persentase. Nilai kelangsungan hidup akan tinggi jika faktor kualitas dan kuantitas pakan serta kualitas lingkungan mendukung. Sebaliknya ikan akan mengalami mortalitas yang tinggi jika berada dalam kondisi stress, terutama disebabkan kurangnya makanan dan kondisi lingkungan yang buruk sehingga munculnya berbagai penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*.

Menurut Simorangkir *et al.*, (2020) menyatakan bahwa nilai perbandingan antara jumlah organisme saat akhir pemeliharaan dengan jumlah awal saat penebaran dan dinyatakan dalam bentuk persen disebut dengan kelulushidupan. Semakin besar jumlah ikan yang hidup di akhir maka semakin besar juga nilai kelulushidupannya. Kelulushidupan parameter keberhasilan suatu kegiatan budidaya. Parameter ini digunakan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) untuk bertahan hidup.

Kelangsungan hidup ikan nila selama pemeliharaan 14 hari didapatkan data berkisar antara 66.66% - 68.74% dapat dilihat pada Tabel IV.6. Persentase kelangsungan tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi optimal (kitosan 7%) dengan nilai 68.66% sedangkan persentase kelangsungan hidup yang terendah terdapat pada perlakuan kontrol positif (kloramfenikol) dengan nilai 66.66%. Tingkat kelangsungan hidup ikan selama penelitian tergolong baik hal ini

dinyatakan oleh Afdola, (2018) dan Nursihan *et al.*, (2020) kelangsungan hidup ikan tergolong baik apabila $>50\%$, 30-50% tergolong sedang dan apabila kelangsungan hidup ikan $< 30\%$ dinyatakan tidak baik.

Rata - rata kelangsungan hidup benih ikan nila sebelum dianalisa lebih lanjut terlebih dahulu diuji dengan menggunakan uji normalitas dan homogenitas didapatkan hasil distribusi normal dan berdistribusi homogeny selanjutnya dilakukan uji lanjut Uji t independent. Berdasarkan Tabel IV.9 Uji T independent kelangsungan hidup ikan (SR) didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Persentase kelangsungan hidup (SR) antara perlakuan KO (konsentrasi optimal) dengan pembanding KP (kontrol positif). Hal itu dibuktikan dengan hasil penghitungan uji mean t hitung $< t$ Tabel (0,111 $<$ 2,119).

IV.2.2.3. Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor yang sangat penting pada pertumbuhan ikan, apabila kualitas air yang buruk dapat menghambat pertumbuhan, menimbulkan penyakit pada ikan bahkan sampai pada kematian. Adapun Pengukuran parameter kualitas air selama penelitian, bahwa suhu berkisar 25 - 29 °C, pH berkisar antara 7.2 - 8.7 dan DO berkisar antara 5.2 - 5.7 mg/l. Nilai tersebut masih berada pada kisaran normal sehingga baik untuk pertumbuhan ikan nila. Menurut SNI 7550:2009 untuk kelayakan kelangsungan dan pertumbuhan ikan nila kisaran suhu 25 - 32 °C dengan pH 6.5 - 8.5 dan DO ≥ 3 mg/l. Oleh karena itu, dapat dikemukakan bahwa kualitas air selama penelitian memenuhi persyaratan optimum untuk budidaya ikan nila sehingga kematian ikan nila selama penelitian bukan disebabkan oleh kondisi perairan melainkan karena serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*.

BAB V

PENUTUP

V.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophila* secara *in vitro* menunjukkan dari hasil uji *one way Anova* bahwa signifikan yaitu konsentrasi 1% dengan 7% berbeda signifikan kemudian konsentrasi 1%, 3%, 5% dan 7% berbeda signifikan dengan kontrol positif.
2. Pengujian aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu secara *in vivo* didapatkan hasil pesentase kelangsungan ikan nila dengan hasil hasil uji *t independent* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan perlakuan KO (konsentrasi optimal) dengan pembandingan KP (kontrol positif) Adapun gejala infeksi *Aeromonas hidrophila* pada ikan nila setelah 24 jam memperlihatkan gejala klinis yang ditimbulkan berupa pembengkakan perut serta pada bekas suntik, pendarahan punggung ikan (*hemoragi*), perubahan warna permukaan tubuh menjadi gelap dan sirip dada mengalami putus.

V.2. Saran

Perlu dilakukan pengurangan produksi limbah cangkang kerang dengan mengembangkan kitosan lebih lanjut menggunakan berbagai jenis kerang yang tersedia serta dapat diujikan lagi pada beberapa bakteri patogen lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abda'u, M. S. (2018). Uji Daya Hambat Ekstrak Kasar Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* Secara In Vitro. *Skripsi*. Malang, Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan.
- Adhika, W. P., Basuki, F., & Tristiana Y. (2016). Pengaruh Penambahan Recombinant Growth Hormone (RGH) pada Pakan Dengan Kadar Protein Tinggi Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Benih Ikan Gurame (*Osporonemus gouramy*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5 (1), 17–25. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/10683/10364>.
- Afrianto, E., Liviawaty, E., Jamaris, Z., Hendi. (2015). *Penyakit Ikan*. Jakarta: Penebar Swadaya. ISBN 978-979-002-679-7.
- Agustina, R. (2018). Efektifitas Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* Secara In Vitro. *Skripsi*. Lampung, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. <http://repository.radenintan.ac.id/5516/1/SKRIPSI.pdf>
- Agustinus, F., & Gusliany, G. (2020). Identifikasi Ektoparasit pada Ikan Kapar (*Belontia Hasselti*) yang Dipelihara di Kolam Terpal. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45(2), 103-110. P-Issn 1412 1468 E-Issn 2355-3545. <https://doi.org/10.31602/Zmip.V45i2.2990>
- Aisyah, S., Agustiana, Adawyah, R., & Candra. (2017). Daya Hambat Kitosan dari Cangkang Limbah Budidaya Kepiting “ Soka ” Terhadap Empat Isolat Bakteri Pembentuk Histamin pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Inhibition of Chitosan From Waste Shell Of Cultivated “Soka” Crab (*Scylla* sp .) Against Four Hi. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basa, Jilid 1*, 266–272. ISBN 978-602-6483-33-1
- Aidah, S. N., Tim, P. K. I. (2020). *Morfologi Ikan Nila*. Jogjakarta : Penerbit KBM Indonesia. ISBN 978-623-6965-29-0.
- Allo, M. B. R. (2016). Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Air Kulit Buah Pisang Ambon Lumut (*Musa acuminata colla*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Yogyakarta, Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma. <http://repository.usd.ac.id/id/eprint/6854>
- Alparis, A., Edison, & Sumarto. (2011). Kajian Kemunduran Mutu Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) Segar dengan Perendaman dalam Larutan Kitosan. 2 (1), 4–9. ISSN 2355-6900.

- Amanda, C. S., & Ayuzar, E. (2016). Efektifitas Bubuk Rumput Laut Merah (*Gracillaria* Sp) Sebagai Imunostimulan terhadap Infeksi Bakteri *Streptococcus iniae* pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Acta Aquatica*, 3:2 : 81-87. ISSN 2406-9825
- Amelia, R. N., Aryati, F., & Sastyarina, Y. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Asia (*Corbicula fluminea*). *Proceeding Of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 14, 267–271. <https://doi.org/10.25026/Mpc.V14i1.583>
- Amrijed. (2019). Pengaruh Ekstrak Asam Humat Tanah Gambut Terhadap Hematologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diuji Tantang Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan <https://doi.org/10.29406/jr.v9i1.2609>
- Andini, Y. (2016). Kepadatan Populasi dan Pola Pertumbuhan Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Pantai Kuala Putri, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara. 4–16. *Skripsi*. Medan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/16101>
- Andriani, Y. (2018). *Budidaya Ikan Nila*. Yogyakarta : Deepublish. ISBN 978602-475-205-7
- Aprillia, P. A., & Sudiby, M. (2019). Analisis Asam Amino Non Esensial pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Pantai Timur Sumatera Utara. *Jurnal Biosains*, 5(1), 23–30. <https://doi.org/10.24114/jbio.v5i1.12166>
- Ardiansya, A., P. (2023). Optimalisasi dan Karakterisasi Kitosan Jamur *Rhizopus oryzae* Menggunakan Substrat Limbah Apel Sebagai Sumber Karbon. *Skripsi*. Malang, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <http://etheses.uin-malang.ac.id/58646/1/19620082.pdf>
- Arfiati, D., Dina, K. F., Anugerah, P., Budiwardani, R. H., Lailiyah, S., Inayah, Z. N., Pratiwi, R. K., Cokrowati, N. (2022). *Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Malang : Universitas Brawijaya. ISBN 978-602-462-756-0
- Ariyanti, Fajaryanti, N., Nuari, A. W., & Syahputra, M. H. Yoga. (2019). Gambaran Perbandingan Kadar Rendemen Kitosan Cangkang the Effect of Base Concentration on Chitin Changes Into Chitosan on Shellfish Shell Waste and Milkfish Spines. *Jurnal Farmasetis*, 8(1), 9-14. p-ISSN 2252-9721, e-ISSN 2549-8126.
- Ariyanti, E. M., Imadahidayah, T., & Sulistianingsih, E. N. 2020. Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquate*) Sebagai Pengawet Ikan Pari (*Dasyatis* Sp.) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Riset Informasi Kesehatan*, 9(1), 12-21. ISSN 2548-6462 (online), ISSN 2088-8740. <https://doi.org/10.30644/rik.v8i2.241>

- Arifin, M. Y. (2016). Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Nila (*Oreochromis Sp*) Strain Merah dan Strain Hitam yang Dipelihara pada Media Bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 16(1), 159–166. DOI: <http://ji.unbari.ac.id/10.33087/jiubj.v16i1.97>
- Ashari, C., Tumbol, R. A., & Kolopita, M. E. (2014). Diagnosa Penyakit Bakterial Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidaya pada Jaring Tancap di Danau Tondano. *E-Journal Budidaya Perairan*, 2(3), 24–30. <https://doi.org/10.35800/bdp.2.3.2014.5700>
- Azhar, F., & Junaidi, M. (2018). Pelatihan Penanganan Streptococcosis Pada Ikan Nila Menggunakan Bahan Alami. *Prosiding PKM-CSR*, 1, 23-25. e-ISSN: 2655-3570.
- Baharuddin, S. (2021). Uji Efektivitas Antijamur Kitosan Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla sp*) terhadap Pertumbuhan *Epidermophyton floccosum* dan *Candida albicans*. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 2(2), 103. P-ISSN: 2715-5943 E-ISSN : 2715-5277
- Baharuddin, S., & Isnaeni, D. (2020). Isolasi dan Uji Aktivitas Kitosan Cangkang Kerang Bulu (*Anadara inflata*) Sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli*. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 3(2), 60. <https://doi.org/10.24123/mpi.v3i2.3181>
- Baharuddin, S., Latif, M., & Dewi, S. T. R. (2018). Potensi Kitosan Kulit Udang Vannemei (*Litopenaeus vannamei*) Sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Propionibacterium agnes* dan *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Cakram Kertas. *Media Farmasi*, XIV (1), 116–127. DOI: <https://doi.org/10.32382/mf.v14i1.145>
- Bahri, S., Rahim, E. A., & Syarifuddin. (2015). Dengan Penambahan Naoh Secara Bertahap Chitosan Deacetylation Degree From *Anadara granosa* by Gradually Adding NaOH . *Kovalen*, 1(1), 36-42. ISSN: 2477-5398.
- Cakasana, N., Suprijanto, J., & Sabdon, A. (2014). Aktivitas Antioksidan Kitosan yang di Cangkang Kerang Simpson (*Amusium sp*) dan kerang darah (*Anadara sp*). *Journal Of Marine Research*, 3(4), 395–404. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr/article/view/8360>
- Candrasari, A., Romas, M. A., & Astuti, O. R. (2011). Uji Daya Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum Ruiz & Pav.*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Eschericia coli* ATCC 11229 dan *Candida albicans* ATCC 10231 Secara In Vitro. *Biomedika*, 5(1), 9–16. <https://doi.org/10.23917/biomedika.v4i1.258>
- Christy, G., Kusdawarti, R., & Handijatno, D. (2019). Determination Of The Aerolysin Gene In *Aeromonas hydrophila* Using The Polymerase Chain Reaction (Pcr) Technique. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012097>

- Dahril, I., Tang, U. M., & Putra, I. (2017). Pengaruh Salinitas Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*, 45(3), 67–75. p-ISSN 0126-4265, e-ISSN 2654-2714
- Dailami, M., Rahmawati, A., Saleky, D., Toha, A.H.A. (2021). *Ikan Nila*. Malang :Brainy Bee. ISBN 978-623-90166-6-1
- Dawan, G., Salosso, Y., & Jasmanindar Yudiana. (2021). Pengaruh Penggunaan Ekstrak Daun Patikan Kerbau (*Euphorbia hirta*) dalam Pencegahan dan Pengobatan Bakteri *Aeromonas hydrophilla* pada Ikan Nila (*Oreocromis niloticus*). *Jurnal Akuatik*, 42–52. ISSN 2301-5381
- Dimitha, N. (2015). Analisis Pendapatan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Usaha Tani Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Kabupaten Aceh Utara. *Skripsi*. Banda Aceh, Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. <https://etd.unsyiah.ac.id/index.php?p=showdetail&id=17930>
- Dompeipen, E.J. (2017). Isolasi dan Identifikasi Kitin dan Kitosan dari Kulit Udang Windu (*Penaeus monodon*) dengan Spektroskopi Inframerah. *Majalah Biam*, 13(1), 31-41. e-ISSN 2548 4842, p-ISSN 0215 1464.
- Fabiyani, N. N. (2018). Pengaruh Kitosan Larut Air Menggunakan Pelarut H₂O₂ Terhadap Daya Antibakterial Hand Sanitizer Secara In Vitro dan In Vivo. *Skripsi*. Malang, Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. ISBN 1350803071110.
- Fajri, R., & Amri, Y. (2018). Uji Kandungan Kitosan dari Limbah Cangkang Tiram (*Crassostrea sp.*). *Jurnal Jeumpa*, 5(2), 10–17. ISBN 9781450349185.
- Fazrina, & Yursilla, W. (2019). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). *JESBIO: Jurnal Edukasi dan Sains Biologi*, VIII(2), 25–33. p-ISSN: 2302-1705 e-ISSN: 2656-0887.
- Febriani, T. A. (2013). Uji Sensitivitas Antibiotika Terhadap Bakteri Penyebab Diare di Puskesmas Mangasa Kota Makassar. *Skripsi*. Makassar, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin. <http://repositori.uin-lauddin.ac.id/id/eprint/3174>
- Gunawan, F., Sularsih, & Soemartono. (2015). Perbedaan Kitosan Berat Molekul Rendah dan Tinggi Terhadap Jumlah Sel Limfosit pada Proses Penyembuhan Luka Pencabutan Gigi. *Denta Jurnal Kedokteran Gigi*, 9(1), 113-122. ISSN 1907-5987. <http://ojs.hangtuah.ac.id/ojs5/index.php/denta/article/view/69>

- Handayani, L., Syahputra, F., & Astuti, Y. (2018). Utilization and Characterization of Oyster Shell as Chitosan and Nanochitosan. *Journal of Scientific and Applied Chemistry*, 21(4), 224–231. <https://doi.org/10.14710/jksa.21.4.224-231>
- Hanief, M. A. R., Subandiyono, & Pinandoyo. (2014). Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Tawes (*Puntius javanicus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(1981), 67–74. <https://doi.org/http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>
- Hardi, E. H. (2018). *Bakteri Patogen pada Ikan Air Tawar Aeromonas hydrophila dan Pseudomonas fluorescens*. Samarinda : Mulawarman University Press. ISBN : 978-602-6834-57-7
- Harjanti, R. S. (2014). Kitosan dari Limbah Udang Sebagai Bahan Pengawet Ayam Goreng. *Jurnal Rekayasa Proses*, 8(1), 12–19. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.5018>.
- Haryani, A., Grandiosa, R., Buwono, I. D., & Santika, A. (2012). Uji Efektivitas Daun Pepaya (*Carica papaya*) untuk Pengobatan Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3), 213-220. ISSN : 2088-3137.
- Hasan, Afifa, N., Maulana, I., Wahyuni, S., Novita, Anugrah, D., Fitri, Hafza, Naharia, Yusran Sahodding, A. R., & Hartono, Aminullah, E. (2020). Budidaya Ikan Nila pada Kolam Tanah. *Maspul Journal of Community Empowerment*. 1(2), 24–33. ISSN Online : 2716-4225
- He, X., Li, K., Xing, R., Liu, S., Hu, L., & Li, P. (2016). The Production of Fully Deacetylated Chitosan by Compression Method. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 42(1), 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2015.09.003>
- Hidayat Taufik. (2011). Profil Asam Amino Kerang Bulu (*Anadara antiquata*). *Skripsi*. Bogor, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. <https://www.researchgate.net/publication/30702274>. Diakses Tanggal 20 Juni 2021.
- Hosaina, H. W., Siagian, Z. A., & Sim, M. (2020). Uji Potensial Antibakteri Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*)-Kitosan Nanopartikel 1 % terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, 9(2), 47–56. <https://doi.org/10.32793/jmkg.v9i2.470>
- Integrated Taxonomic Information System. (2012). *Aeromonas hydrophila* https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=77#null. Diakses pada Tanggal 7 April 2020.
- Integrated Taxonomic Information System. (2004). *Oreochromis niloticus*. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=553310#null. Diakses pada Tanggal 25 Juni 2022

- Integrated Taxonomic Information System. (1998). *Anadara antiquata*. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=79337#null. Diakses pada Tanggal 30 Juni 2022
- Indriani, A. D., Prayitno, S. B., & Sarjito. (2014). Penggunaan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) Sebagai Alternatif Pengobatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(3), 58–65. <https://doi.org/http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>
- Istikhanah, Sarjito, & Slamet Budi, P. (2014). Pengaruh Pencelupan Ekstrak Daun Sirih Temurose (*Piper betle* linn) Terhadap Mortalitas dan Histopatologi Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(3), 54–57. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/5801>
- Jaedun, A. (2011). Oleh : Metodologi Penelitian Eksperimen. 0 -12. <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131569339/pe>. Diakses pada Tanggal 30 Maret 2021, 09 : 00.
- Jalil, N. M., Yanti, N. A., Ardiansyah. (2024). Aktivitas Antibakteri Edible Coating Berbahan Pati Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum* L.) dan Kitosan Cangkang Udang (*Litopanaeus vannamei*). *BioWallacea: Jurnal penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 11 (1),98-108. p-ISSN : 2355-6404, e-ISSN : 2685-6360.
- Jansen, M. D., & Mohan, C. V. (2017). Tilapia Lake Virus (Tilv): Literature Review. July,12. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/121> diakses pada Tanggal 29 Maret 2021, 20:00.
- John Kasongo, K., Tubadi, D. J., Bampole, L. D., Kaniki, T. A., Kanda, N. J. M., & Lukumu, M. E. (2020). Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Termitomyces Titanicus. *SN Applied Sciences*, 2(3). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2186-5>
- Khairuman. (2013). *Budidaya Ikan Nila*. Jakarta : Agro Media Pustaka. ISBN 979-006-456-X.
- Killay, A. (2013). Kitosan Sebagai Anti Bakteri pada Bahan Pangan yang Aman dan Tidak Berbahaya (Review) amos. Prosiding FMIPA Universitas Pattimura, ISBN:978-602-97522-0-5.
- Koesharyani, I., Gardenia, L., Widowati, Z., Khumaira, K., & Rustianti, D. (2018). Studi Kasus Infeksi Tilapia Lake Virus (TiLV) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 85. <https://doi.org/10.15578/jra.13.1.2018.85-92>

- Komariah, Wulansari, N., & Harmayanti, W. (2012). Efektivitas Kitosan dengan Derajat Deasetilasi dan Konsentrasi Berbeda dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Gram Negatif (*Pseudomonas aeruginosa*) dan Gram Positif (*Staphylococcus aureus*) Rongga Mulut. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 1–8. ISSN 2528-5742 (Print).
- kordik, M. Ghufran. (2013). *Budidaya Nila Unggul*. Jakarta : Agromedia Pustaka. ISBN 979-006-443-8.
- kordik, M. Ghufran. (2010). *Ikan Nila dikolam terpal*. Yogyakarta : Andi. ISBN 978-979-29-1319-4.
- Kurniasih, D., Rahmat, M. B., Handoko, C. R., & Zuhri, A. (2017). Pembuatan Pakan Ternak dari Limbah Cangkang Kerang di Desa Bulak Kenjeran Surabaya. *Seminar Master PPNS*, 15(09), 159–164. ISSN : 2548-1509 (cetak), 2548-6527 (online).
- Kurniawan, A., Suminto, S., & Haditomo, A. (2019). Pengaruh Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik *Bacillus methylothropicus* pada Pakan Buatan Terhadap Profil Darah dan Performa Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diuji Tantang dengan Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Sains Akuakultur Tropis*, 3(1), 82-92. e-ISSN: 2621-0525. <https://doi.org/10.14710/sat.v3i1.3956>
- Liu, N., Chen, X. G., Park, H. J., Liu, C. G., Liu, C. S., Meng, X. H., & Yu, L. J. (2006). Effect of MW and concentration of chitosan on antibacterial activity of Escherichia coli. *Carbohydrate Polymers*, 64(1), 60–65. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2005.10.028>
- Lokwani, R., Singh, R., & Kukreti, G. (2015). Journal of Coastal Life Medicine. *Journal of Coastal Life Medicine*, 5(8), 343-349. <https://doi.org/https://doi.org/10.12980/jclm.5.2017J7-2>
- Lukistyowati, I., & Kurniasih. (2011). Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) yang Diberi Pakan Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) dan Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(1), 144–160. E-ISSN 2721-8902, P-ISSN 0853-7607.
- Lukman, Mulyana, & Mumpuni, F. (2014). Efektivitas Pemberian Akar Tuba (*Derris elliptica*) Terhadap Lama Waktu Kematian Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pertanian*, 50(1), 22-31. ISSN 2087-4936.
- Mangunwardoyo, W., Ismayasari, R., & Riani, E. (2010). Uji Patogenisitas dan Virulensi *Aeromonas hydrophila* Stanier pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Lin.) Melalui Postulat Koch. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(2), 145. <https://doi.org/10.15578/jra.5.2.2010.145-255>

- Maryani, Bungas, K., & Mahfudz. (2024). Penggunaan *Terminalia catappa* untuk Pengobatan Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Betok (*Anabas testudineus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 12(1), 15-28
ISSN : 2303-2960
- Masruriati, E., Ariyanti, Imadahidayah, T., & Sulistianingsih, E. N. (2020). Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquate*) Sebagai Pengawet Ikan Pari (*Dasyatis* sp.) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Riset Informasi Kesehatan*, 9(1), 12-21. ISSN 2548-6462 (online), ISSN 2088-8740. <https://doi.org/10.30644/rik.v8i2.241>
- Mauryza, I., & K, H. Kordi. (2021). Isolasi, Karakterisasi Kitin dan Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) serta Aplikasinya Sebagai Antibakteri Secara Invitro. *Skripsi*, Makassar, Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/8545/2/H31116009_
- Muhammad, I., Rusgiyono, A., & Mukid, M. A. (2014). Penilaian Cara Mengajar Menggunakan Rancangan Acak Lengkap. *Jurnal Gaussian*, 3(2), 183-192. ISSN: 2339-2541.
- Murwani, S., Qosimah, D., Amri, I. A. (2017). *Penyakit Bakterial pada Ternak Hewan Besar dan Unggas*. Malang : UB Press. ISBN 978-602-432-309-7.
- Mursida, Tasir, & Sahriawati. (2018). Efektifitas Larutan Alkali pada Proses Deasetilasi. *Jphpi*, 21(2), 356–366. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/view/23091/15127>
- Nayiroh, N., & Kusairi. (2021). Studi Pengaruh Variasi Fraksi Volum Filler terhadap Sifat Mekanik Komposit Matriks Polimer (Pmc) Berpenguat Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) Nurun. *Wahana Fisika*, 6(1), 48–58. <Http://Repository.Uin-Malang.Ac.Id/9534/1/9534.Pdf>
- Nejati Hafdani, F., & Sadeghinia, N. (2011). A Review on Application of Chitosan as A Natural Antimicrobial. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 50(2), 252–256. ISSN 2010376X.
- Nikmah, M. (2017). Potensi Penggunaan Cangkang Kerang Sebagai Filter dalam Proses Depurasi Terhadap Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*). 1-95. *Skripsi*. Surabaya, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. ISBN 1953050519840.
- Nisa, E. F. (2016). Gambaran Sensitivitas Berbagai Antibiotik dan Profil Plasmid *Escherichia coli* Isolat Air Sumur Gali Desa Ngemplak Kabupaten Pati. *Skripsi*. Semarang, Program Studi Div Analisis Kesehatan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan. <http://repository.unimus.ac.id/id/eprint/121>

- Novitasari, E. D. (2019). Pengaruh Penambahan Tepung Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Karakteristik Cookies. *Skripsi*. Malang, Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya Malang. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/177443>
- Novriadi, R., Agustatik, S., Hendrianto, Pramuanggit, R., & Wibowo, A. H. (2014). *Penyakit Infeksi pada Budidaya Ikan Laut di Indonesia*. February, 1–37. <https://www.researchgate.net/publication/292477034%0D> Diakses pada Tanggal 30 Maret 2021, 10:00
- Nugroho, H. B., Basuki, F., & A, R. W. (2017). Pengaruh Padat Penebaran yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*, Linn. 1758) Pada Sistem Budidaya Minapadi. *Journal Of Aquaculture Management And Technology*, 6(2), 21–30. <https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jamt/Article/View/20609>
- Nurjanah, Abdullah, A., Hidayat, T., Seulalae, A. V. 2021. *Moluska: Karakteristik, Potensi dan Pemanfaatan Sebagai Bahan Baku Industri Pangan dan Non Pangan*. Banda Aceh : Syiah Kuala University Press. ISBN 978-623-264-269-0.
- Nursihan, M., Damayanti, A. A., & Lestari, D. P. (2020). Pengaruh Tingkat Ketinggian Air Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Perikanan Unram*, 10(1), 84–91. <https://doi.org/10.29303/jp.v10i1.181>
- Nurhikmawati, F., Manurung, M., & Mayun Laksmiwati, A. (2014). Penggunaan Kitosan dari Limbah Kulit Udang Sebagai Inhibitor Keasaman Tuak. *Jurnal Kimia*, 8(2), 191–197. ISSN 1907-9850.
- Panigoro, C., Juliana, & Koniyo, Y. (2018). Penggunaan Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Sebagai Antibakteri Ramah Lingkungan Terhadap Penanggulangan Infeksi Ektoparasit *Aeromonas hydrophila* pada Budidaya Ikan Air Tawar. Laporan Akhir Tahun Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Penggunaan. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76887-8%0> Diakses Tanggal 10 Juni 2021.
- Pratama, A., Lestari, F., & Kurniawan, D. (2018). Pola Pemanfaatan Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Kawal Kabupaten Bintan Angga. *Artikel*. <https://www.researchgate.net/publication/330824324%0A>
- Prayoga, E. (2013). Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Jakarta, Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/26368>

- Pratiwi, W., Suwanti, L. T., & Satyantini, W. H. (2016). Perendaman Ekstrak *Spirulina plantesis* Terhadap Ig-M, Jaringan Limpa dan Diferensial Leukosit Ikan Mas Setelah Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(3), 230. <https://dx.doi.org/10.20473/jbp.v18i3.2016.21829>.
- Pormes, O., Pangemanan, D. H. C., Leman, M. A. (2016). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Bayam Petik (*Amaranthus hybridus* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *E-GIGI*, 4(2). <https://doi.org/10.35790/eg.4.2.2016.14452>
- Purbowati, P. (2016). Upaya Peningkatan Derajat Deasetilasi pada Kitosan Cangkang Kerang Kampak (*Atrina pectinata*) Melalui Proses Deasetilasi Kitin Secara Bertahap. *Skripsi*. 1-42. Surabaya, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga. <http://repository.unair.ac.id/56693/2/KKC%20KK%20PK%20BP%205816%20Pur%20u..pdf>
- Purba, P. Y., Yoswaty, D., & Nursyirwani, N. (2022). Antibacterial Activity of *Avicennia alba* Leaves and Stem Extracts Against Pathogenic Bacteria (*Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas salmonicida*, *Staphylococcus aureus*). *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 3(2), 144-151. e-issn: 2746-4512 p-issn: 2745-4355. <https://doi.org/10.31258/jocos.3.2.144-151>
- Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) RI. (2017) *Pengolahan Data Produksi Kelautan dan Perikanan*. <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=total&i=2#panel-footer> Diakses pada Tanggal 23 Agustus 2021.
- Putri, S. D. K. (2012). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kapulaga Kapulaga (*Amomum compactum ompactum*) terhadap *Aeromonas hydrophila* Secara In Vitro. *Skripsi*. Surakarta, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sebelas Maret. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/deail/26716/>
- Rachmatun, S. 2010. *Pembenihan dan Pembesaran Ikan*. Jakarta : Penebar Swadaya. ISBN 979-002-447-9.
- Rahmaningsih, S. 2018. *Hama dan Penyakit Ikan*. Yogyakarta : DeePublish. ISBN : 978-602-475-338-2
- Rahmawati, F. (2018). Perbandingan Air Persan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap Jumlah Koloni Bakteri pada Ikan Nila (*Areochromis niloticus*). *Skripsi*, (9), Pp.1-108.
- Rahmawati, A., Dailami, M. 2021. *Budidaya Ikan Nila Terpadu*. Malang : Brainy Bee. ISBN 978-623-90166-4-7.

- Rejeki, M. S., Sasanti, A. D., & Taqwa, F. H. (2018). Pemanfaatan Tepung Paci-Paci (*Leucas lavandulaefolia*) untuk Mengobati Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Patin (*Pangasius Sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 6(2), 165–176. <https://doi.org/10.36706/jari.v6i2.7160>
- Reynalta, R., Yuhana, M., & Lusiastuti, A. M. (2019). Effectivity of *Streptococcus agalactiae* Bacterial Vaccine With Different Coatings for Increasing the Immunity System On Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(2), 205. <https://doi.org/10.32491/jii.v19i2.478>
- Rikawati. (2018). Pengaruh Pemberian Larutan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Biawan (*Helostoma teminchi*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *SKRIPSI*. Pontianak, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Pontianak. ISBN 1112048502.
- Riski, R., & Sami, F. J. (2015). Formulasi Krim Anti Jerawat dari Nanopartikel Kitosan Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*). *JF FIK UINAM*, 3(4), 153–161. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.24252/.v3i4.2261](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.24252/.v3i4.2261)
- Rochima, E. (2007). Karakterisasi Kitin dan Kitosan Asal Limbah Rajungan Cirebon Jawa Barat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 10(1), 9–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.17844/jphpi.v10i1.965>
- Romadhoni, N. R. T. (2020). Uji Aktivitas Antimikroba Nanopartikel Kombinasi *Allium sativum* Linn., *Curcuma mangga* Val. dan *Acorus calamus* L. Secara In Vitro. *Skripsi*. Malang, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <http://theses.uin-malang.ac.id/23135/>
- Rosidah, R., Lili, W., Iskandar, I., & Afriliansyah, M. R. (2018). Efektivitas Ekstrak Daun Kersen untuk Pengobatan Benih Ikan Nila yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Akuatika Indonesia*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i1.23436>
- Rumengan, I. F. M., Suptijah, P., Salindeho, N., Wullur, S., & Luntungan, A. H. (2018). *Nanokitosan dari Sisik Ikan : Aplikasinya Sebagai Pengemas Produk Perikanan*. Manado : Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi. ISBN : 978-602-52426-4-9.
- Salsabila, M., & Suprpto, H. (2019). Teknik Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Instalasi Budidaya Air Tawar Pandaan, Jawa Timur. *Journal of Aquacultur Fish Health*, 7(3), 118. <https://doi.org/10.20473/jafh.v7i3.11260>
- Sahuba, L., Ustadi. 2018. *Teknologi Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan*. Yogyakarta : UGM Press. ISBN 9789794208328.
- Samsu, N. (2020). *Peningkatan Produksi Ikan Nila Melalui Pemanfaatan Pekarangan Rumah Nonproduktif dan Penentuan Jenis Media Budidaya yang Sesuai*. Yogyakarta: DeePublish. ISBN 978-623-02-0843-6.

- Septiani, I., & Supriyo, E. (2022). Optimasi Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) Menggunakan Factorial Design 2 Pangkat 3 Metana : Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, 18(1), 65-70. ISSN: 1858-2907 EISSN: 2549-9130. <https://doi.org/DOI:10.14710/metana.v18i1.46292>.
- Sari, R. S., Baehaki, A., Lestari, S. D., Arafah, E., & Guttifera. (2020). Aktivitas Antibakteri Kitosan Monosakarida Kompleks Sebagai Penghambat Bakteri Patogen pada Olahan Produk Perikanan. *Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), Journal.Ipb.Ac.Id/Index.Php/Jphp.
- Sari, E. T. P., Gunaedi, T., & Indrayani, E. (2018). Pengendalian Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Ekstrak Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata*). *Jurnal Biologi Papua*, 9(2), 37–42. <https://doi.org/10.31957/jbp.110>
- Sarjito, I., Ir, P., Budi, S., Harjuno, A., & Haditomo, C. (2013). *Parasit dan Penyakit Ikan*. Semarang : UPT UNDIP Press. ISBN: 978-602-097-334-0.
- Sarwono, R. (2010). Pemanfaatan Kitin I Kitosan Sebagai Bahan Anti Mikroba. *JKTI*, 12(1), 32–38. DOI: <https://doi.org/10.14203/jkti.v12i1.150>
- Satrioajie, W. (2012). Biologi dan Ekologi Kerang Bulu *Anadara (Cunearca) pilula* (REEVE, 1843). *Oseana*, XXXVII (2), 1-9. ISSN 0216-1877.
- Setiati, R., Siregar, S., Wahyuningrum, D., & Fathaddin, M. T. (2021). Potensi Keberhasilan Kulit Udang Sebagai Bahan Dasar Polimer Kitosan : Studi Literatur. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti.*, 6(1), 156-164. p-ISSN 0853-7720; e-ISSN 2541-4275. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25105/pdk.v6i1.8635>
- Setyowati Slamet Budi; Sarjito, E. P. (2014). Pengaruh Perendaman Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*. L) Terhadap Kelulushidupan dan Histologi Hati Ikan Patin (*Pangasius hypophtalamus*) yang Diinfeksi Bakteri *Edwardsiella Tarda*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 174–182. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/6669>
- Shobib, A., Mulyaningsih, M. S., Firyanto, R., & Susilowati, N. (2015). Isolasi Kitosan dari Kulit Udang. *Prosiding Senatek Fakultas 2015 Teknik UMP*. ISBN 978-602-14355-0-2.
- Silaban, R., Silubun, D. T., & Jamlean, A. A. R. (2021). Aspek Ekologi dan Pertumbuhan Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Letman, Kabupaten Maluku Tenggara. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science And Technology*, 14(2), 131. <https://Doi.Org/10.21107/Jk.V14i2.10325>

- Simuhu, T., Bahtiar, & Oetama, D. (2016). Eksploitasi Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Pantai Bungkutoko Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 1(3), 261-274. ISSN 2503-4286.
- Simorangkir, R., Sarjito, S., & Haditomo, A. H. C. (2020). Pengaruh Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) Terhadap Tingkat Pencegahan Infeksi Bakteri *Vibrio harveyi* dan Kelulushidupan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*). *Sains Akuakultur Tropis*, 4(2), 139-147. eISSN:2621-0525. <https://doi.org/10.14710/sat.v4i2.4576>
- Sinaga, L., Suryanto, D., Lesmana, I., (2016). Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata*) dalam Mengendalikan Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda* dan Jamur *Saprolegnia* sp. Secara In Vitro. *Jurnal Aguacoastmarine*, 11(1), 1–14. <http://download.garud.a.ristekdikti.go.id/article.php?article=1431933&val=4129&title>
- Sudata, B. P., Sugumar, V., Varma, R., Nigariga, P. (2020). Extraction, Characterization and Antimicrobial Activity Of Chitosan From Pen Shell (*Pinna bicolor*). *International Journal of Biological Macromolecules*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.291>
- Sugiani, D., Urwaningsih, U., Andriyanto, S., & Lusiastuti, A. M. (2019). Bakteri pada Ikan Gabus *Channa striata*, Semah Tor Spp., Dan Baung Hemibagrus Sp: Identifikasi, Virulensi dan Kerentanan Terhadap Beberapa Antibiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(4), 347. <https://doi.org/10.15578/jra.13.4.2018.347-356>
- Sulistiyarningsih, E., & Arbi, U. Y. (2020). Aspek Bio-Ekologi dan Pemanfaatan Kerang Marga *Anadara* (Mollusca: Bivalvia: Arcidae). *Oseana*, 45(2), 69–85. <https://doi.org/10.14203/Oseana.2020.Vol.45no.2.9>
- Sombo, D. E., Turambi, A., Wodi, S. I. M., & Cahyono, E. (2020). Efektivitas Kitosan Sebagai Bahan Pengawet Alami pada Produk Tradisional Ikan Layang (*Decapterus russeli*) Asap Pinekuhe. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*, 1(2), 55. e-ISSN 2722-4260.
- Sukarno Rinaldi. (2014). Penentuan Kadar Timbal dan Kadmium dalam Kerang Hijau (*Perna viridis* L) Hasil Budidaya Perikanan di Kabupaten Cirebon. *Skripsi*. Program Keahlian Analisis Kimia Program. <https://www.academia.edu/15992967>
- Sulistiyoningrum, R. S., Suprijanto, J., & Sabdon, A. (2013). Aktivitas Anti Bakteri Kitosan dari Cangkang Kerang Simpson pada Kondisi Lingkungan yang Berbeda : Kajian Pemanfaatan Limbah Kerang Simpson (*Amusium* sp.). *Journal Of Marine Research*, 2(4), 111-117. <https://doi.org/10.1038/1415480>

- Sunardi, N., Hamsinah, S., Rusilowati, U., & Marjohan, M. (2020). Manajemen Pengelolaan Budidaya Ikan Laut (*sea farming*) untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat di Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Abdi Masyarakat Humanis*, 1(2), 75–86. ISSN (online) : 2686-5858 ISSN (print): 2686-171.
- Susilowati, C. A. (2020). Review Uji Kelulus Hidupan Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) yang Terinfeksi VVN dengan Perlakuan Protein Rekombinan *Chlorella vulgaris*. *Review Artikel*. Malang, Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan Universitas Brawijaya
- Suwarsito, S., & Mustafidah, H. (2011). Diagnosa Penyakit Ikan Menggunakan Sistem Pakar. *JUITA (Jurnal Informatika)*, 1(4), 123 – 131. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30595/juita.v1i4.441>
- Syafitri, E., Afriani, D. T., Siregar, B., & Gustiawan, Y. (2020). Kandungan Fitokimia dan Uji Aktivitas Antibakteria Ekstrak Daun Mangrove (*Sonneratia alba*) Secara Invitro Terhadap *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 15(224), 253–259. ISSN 2502-6534
- Taukhid, T., Purwaningsih, U., Sugiani, D., Sumiati, T., & Lusiastuti, A. M. (2015). Efikasi Vaksin In-Aktif Bakteri *Aeromonas hydrophila*-AHL0905-2 (HYDROVAC) dan *Streptococcus agalactiae*-N14G (STREPTOVAC) untuk Pencegahan Penyakit Bakterial pada Ikan Budidaya Air Tawar. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(4), 541. <https://doi.org/10.15578/jra.10.4.2015.541-551>
- Tran, N., Rodriguez, U., Chan, C., Phillips, M., Henriksson, P., Koeshendrajana, S., Suri, S., Hall, S. (2017). Indonesian Aquaculture Futures: An Analysis of Fish Supply and Demand in Indonesia To 2030 and Role of Aquaculture Using the Asiafish Model. *Marine Policy*, 79, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.02.002>
- Tobing, R. D. M. L., Yunasfi, & Nurmatias. (2007). Pengaruh Ekstrak Daun *Sonneratia Alba* Terhadap Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila. <http://download.garu Diakses Tanggal 19 Juni 2021>.
- Vaz Farias, T. H., Arijó, S., Medina, A., Pala, G., da Rosa Prado, E. J., Montassier, H. J., Pilarski, F., & Antonio de Andrade Belo, M. (2020). Immune Responses Induced by Inactivated Vaccine Against *Aeromonas hydrophila* in Pacu, *Piaractus mesopotamicus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 101, 186–191. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.03.059>.
- Wahjuningrum, D., Solikhah, E. H., Budiardi, T., & Setiawati, M. (2010). Pengendalian Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) dengan campuran meniran (*Phyllanthus niruri*) dan Bawang Putih (*Allium sativum*) dalam Pakan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9(2), 93–103. <https://core.ac.uk/download/pdf/294990293.pdf>

- Wirawan, I. K. A., Ayu, S., Putri, M., & Arya, I. W. (2018). Diagnosa , Analisis dan Identifikasi Parasit yang Menyerang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Kawasan Budidaya Ikan di Subak “ Baru” Tabanan. *Gema Agro* 23(1), 63–78. E-ISSN: 2614-6045. <https://doi.org/10.22225/ga.23.1.661.63-78>
- Wittriansyah, K., Soedihono, S., & Satriawan³, D. (2019). Aplikasi Kitosan *Emerita* sp. Sebagai Bahan Pengawet Alternatif pada Ikan Belanak (*Mugil cephalus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(1), 34. e-ISSN:2528-0759; p-ISSN:2085-5842. <https://doi.org/10.20473/jipk.v11i1.12458>
- Yanuhar, Uun. *Budidaya Ikan Laut "Sicantik Kerapu"*. Malang : Ub Press. ISBN 978-602-432-829-0, e-ISBN 978-602-432-830-6.
- Yildirim-Aksoy, M., & Beck, B. H. (2017). Antimicrobial Activity of Chitosan and A Chitosan Oligomer Against Bacterial Pathogens of Warmwater Fish. *Journal of Applied Microbiology*, 122(6), 1570–1578. <https://doi.org/10.1111/jam.13460>.
- Yulia, K., & Arumsari, A. (2020). Review Artikel : Pengaruh Aktivitas Antibakteri Beberapa Kitosan Hewan Air pada *Propionibacterium acne*. *Prosiding Farmasi*, 6 (2), 431 436. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29313/v6i2.23125>.
- Yusan, L. Y., Nailufa, Y., Subagio, H. (2023). *Nanopartikel Kitosan Limbah Cangkang Rajungan (Portunus pelagicus)*. Surabaya : Scopindo Media Pustaka. ISBN978-623-365-579-8
- Yudhasasmita, S., & Puspito Nugroho, A. (2017). Sintesis dan Aplikasi Nanopartikel Kitosan Sebagai Adsorben Cd dan Antibakteri Koliform. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(1), 42–48. <https://doi.org/10.24252/bio.v5i1.3432>
- Yuniarti, D. P., & Hatina, S. (2021). Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Bekicot (*Achatina fullica*) Sebagai Pengawet Alami pada Ikan Nila Segar. *Jurnal Redoks*, Vol 6(No. 2), 127–138.
- Younes, I., Sellimi, S., Rinaudo, M., Jellouli, K., & Nasri, M. (2014). Influence of Acetylation Degree and Molecular Weight of Homogeneous Chitosans on Antibacterial and Antifungal Activities. *International Journal of Food Microbiology*, 185, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.04.029>
- Zulfahmi, & Taufan, M. R. S. (2010). Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Sebagai Bahan Anti Rayap (Bio-Termitisida) pada Bangunan Berbahan Kayu. *Skripsi*. Semarang, Universitas Diponegoro. 44 hal. <http://eprints.undip.ac.id/13810/>

Lampiran 1

(Surat Keterangan Pembimbing)



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-463/Un.08/FST/KP.07.6/09/2021

TENTANG

PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI
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 Prodi Biologi 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 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
9. Surat Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 80 Tahun 2020 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2021 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 26 Juli 2021.

MEMUTUSKAN

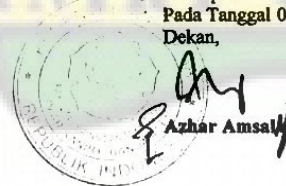
- Menetapkan :
Kesatu : Menunjuk Saudara:
1. Syafrina Sari Lubis, M.Si Sebagai Pembimbing I
2. Diannita Harahap, M.Si Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi:

Nama : Tuti Aulia
NIM : 170703006
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Uji Aktivitas Kitosan Limbah Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) terhadap *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

- Kedua : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2021/2022 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 02 September 2021
Dekan,



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 dinikmati dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2

(Surat Izin Penelitian)

7/1/22, 12:25 AM

Document



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-1399/Un.08/FST-1/PP.00.9/06/2022
Lamp : -
Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,
Kepala Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **TUTI AULIA / 170703006**
Semester/Jurusan : X / Biologi
Alamat sekarang : Ateuk Jawo, Jln. Alue Blang, Lr. Nusa Indah 1

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **UJI AKTIVITAS KITOSAN LIMBAH CANGKANG KERANG BULU (*Anadara antiquata*) TERHADAP *Aeromonas hydrophila* PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 02 Juni 2022
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,



Berlaku sampai : 31 Juli 2022

Dr. Mizaj, Lc., LL.M.

(Surat Selesai Penelitian)



LABORATORIUM BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh
Web: www.biologi.fst.uin-ar-raniry.ac.id, Email: biologi@fst.uin-ar-raniry.ac.id



SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM

No: B-85/U/08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/07/2022

Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Tuti Aulia
NIM : 170703006
Program Studi : S1-Biologi
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi
Pengurang Tinggi : Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat : Gampong Ateuk Jawo, Kec. Baiturrahman, Banda Aceh

Benar yang namanya tersebut diatas adalah mahasiswa biologi yang melakukan penelitian dan menggunakan fasilitas alat dan bahan Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh sehingga tidak ada tanggungan biaya alat laboratorium (kecuali bahan & jasa), dan telah menyelesaikan biaya pemakaian bahan laboratorium dalam rangka melaksanakan penelitian skripsi dengan topik:

"Uji Aktivasi Kitosan Limbah Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Terhadap *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)"

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.

Banda Aceh, 08 Juli 2022
Ketua Laboratorium Biologi

Syafrina Sari Lubis, M.Si

Lampiran 4

(Perhitungan)

Perhitungan Rendemen Kitosan

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{massa kitosan}}{\text{massa selongsong kering}} \times 100\%$$

$$\% \text{ rendemen} = \frac{30,88}{40} \times 100\%$$

$$\% \text{ rendemen} = 77,2$$

Perhitungan Nilai Kelangsungan Hidup Ikan Kosentrasi Optimum

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

$$SR = \frac{2}{3} \times 100\%$$

$$SR = 68.74$$

Keterangan :

SR = Tingkat kelangsungan hidup %

N_t = Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

N_o = Jumlah ikan yang hidup pada awal penelitian (ekor)

Lampiran 5

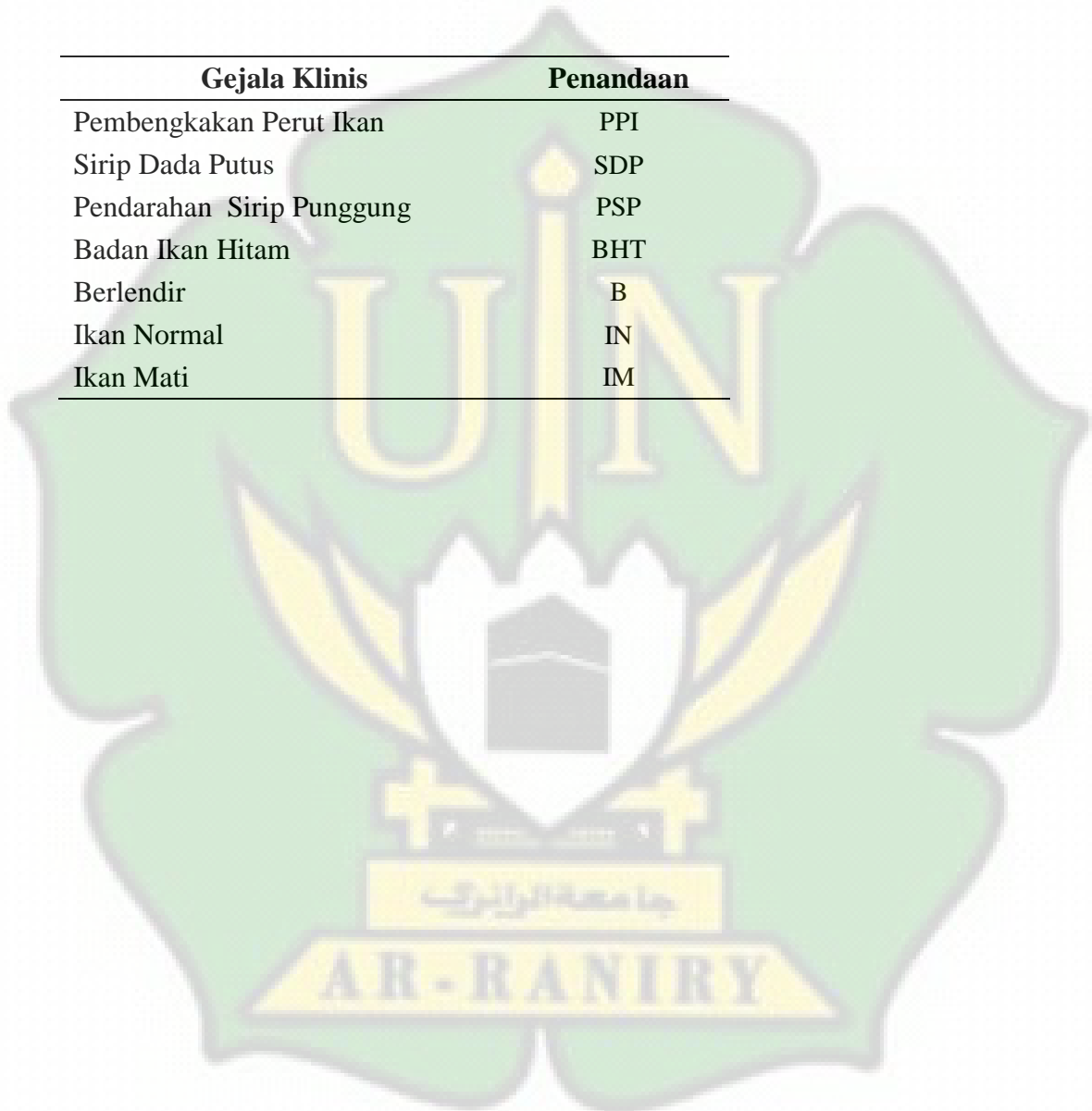
(Gejala Klinis Ikan Nila)

P	U1	Gejala klinis hari ke-														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
KO	PPI	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	
	SDP	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	
	PSP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
	BHT	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	IN	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
	IM	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	U2															
	PPI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	
	SDP	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
	PSP	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
	BHT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
	IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	
	IM	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	U3															
PPI	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-		
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BHT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
IN	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+		
IM	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
U4																
PPI	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-		
SDP	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-		
PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BHT	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+		
IM	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
U5																
PPI	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-		
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BHT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+		
IM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
U6																
PPI	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-		
SDP	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PSP	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BHT	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-		
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+		
IM	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
U7																
PPI	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-		
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PSP	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-		
BHT	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-		
IN	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+		
IM	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-		
U8																
PPI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-		
SDP	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PSP	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-		
BHT	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+		
IM	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

U9													
PPI	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IN	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
IM	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U10													
PPI	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
SDP	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSP	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
BHT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U11													
PPI	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
SDP	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
PSP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
BHT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
IM	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U12													
PPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHT	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
IN	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
IM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U13													
PPI	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSP	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
BHT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
IM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U14													
PPI	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
BHT	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
IM	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U15													
PPI	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSP	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
BHT	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
IM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U16													
PPI	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSP	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
BHT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U1													
PPI	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SDP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSP	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BHT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

KP	IN	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	IM	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	U2														
	PPI	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	SDP	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	PSP	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-
	BHT	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	IN	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	IM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gejala Klinis	Penandaan
Pembengkakan Perut Ikan	PPI
Sirip Dada Putus	SDP
Pendarahan Sirip Punggung	PSP
Badan Ikan Hitam	BHT
Berlendir	B
Ikan Normal	IN
Ikan Mati	IM



Lampiran 6

(Perhitungan Analisis Sidik Ragam (ANOVA))

Deskriptif (Zona Hambat Kitosan Terhadap *A.hydrophila*)

Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Respon_A_hydrophila * Perlakuan	26	86,7%	4	13,3%	30	100,0%

Report

Respon_A_hydrophila

Perlakuan	Mean	N	Std. Deviation
konsentrasi 1%	4,16083	6	1,613219
Konsentrasi 3%	5,04333	6	1,357415
Konsentrasi 5%	5,42083	6	1,840811
Konsentrasi 7%	6,85083	6	1,128363
Kontrol Positif	26,53000	2	1,520280
Total	6,99673	26	5,990391

Uji Normalitas (Zona Hambat Kitosan Terhadap *A.Hydrophila*)

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Respon_A_hydrophila konsentrasi 1%	,220	6	,200	,933	6	,602
Konsentrasi 3%	,219	6	,200	,958	6	,807
Konsentrasi 5%	,315	6	,064	,886	6	,299
Konsentrasi 7%	,270	6	,195	,855	6	,174
Kontrol Positif	,260	2	.			

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Homogenitas (Zona Hambat Kitosan Terhadap *A.hydrophila*)

Test of Homogeneity of Variances

Respon_A_hydrophila

Levene Statistic	df 1	df 2	Sig.
,311	4	21	,867

Uji One Way Anova (Zona Hambat Kitosan Terhadap *A. hydrophila*)

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Perlakuan	1,00	konsentrasi 1%	6
	2,00	Konsentrasi 3%	6
	3,00	Konsentrasi 5%	6
	4,00	Konsentrasi 7%	6
	5,00	Kontrol Positif	2

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Respon_A_hydrophila

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	849,274 ^a	4	212,319	93,189	,000
Intercept	1975,337	1	1975,337	867,002	,000
Perlakuan	849,274	4	212,319	93,189	,000
Error	47,845	21	2,278		
Total	2169,930	26			
Corrected Total	897,120	25			

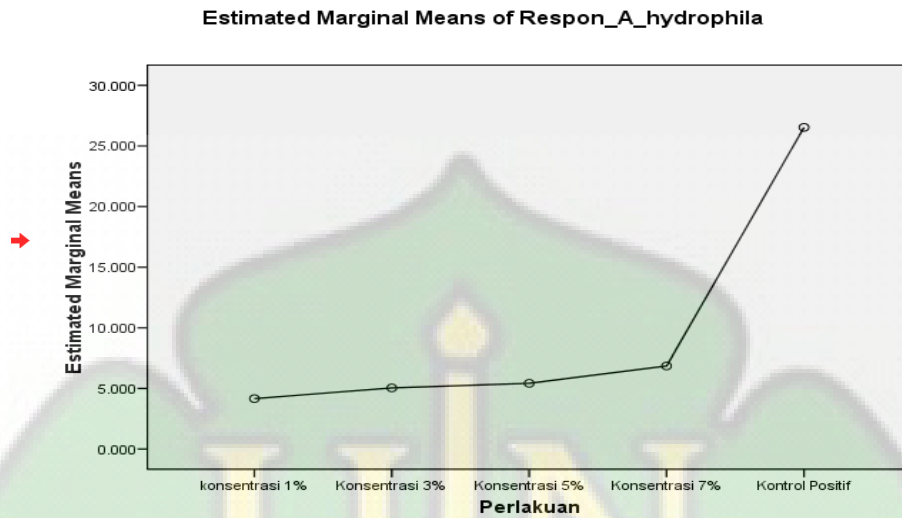
a. R Squared = ,947 (Adjusted R Squared = ,937)

Perlakuan

Dependent Variable: Respon_A_hydrophila

Perlakuan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Low er Bound	Upper Bound
konsentrasi 1%	4,161	,616	2,879	5,442
Konsentrasi 3%	5,043	,616	3,762	6,325
Konsentrasi 5%	5,421	,616	4,139	6,702
Konsentrasi 7%	6,851	,616	5,569	8,132
Kontrol Positif	26,530	1,067	24,310	28,750

Profile Plots



UJI LSD (Uji Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Respon_A_hydrophila
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
konsentrasi 1%	Konsentrasi 3%	-.88250	,871465	,323	-2,69481	,92981
	Konsentrasi 5%	-1,26000	,871465	,163	-3,07231	,55231
	Konsentrasi 7%	-2,69000*	,871465	,006	-4,50231	-,87769
	Kontrol Positif	-22,36917*	1,232438	,000	-24,93216	-19,80617
Konsentrasi 3%	konsentrasi 1%	,88250	,871465	,323	-,92981	2,69481
	Konsentrasi 5%	-.37750	,871465	,669	-2,18981	1,43481
	Konsentrasi 7%	-1,80750	,871465	,051	-3,61981	,00481
	Kontrol Positif	-21,48667*	1,232438	,000	-24,04966	-18,92367
Konsentrasi 5%	konsentrasi 1%	1,26000	,871465	,163	-,55231	3,07231
	Konsentrasi 3%	,37750	,871465	,669	-1,43481	2,18981
	Konsentrasi 7%	-1,43000	,871465	,116	-3,24231	,38231
	Kontrol Positif	-21,10917*	1,232438	,000	-23,67216	-18,54617
Konsentrasi 7%	konsentrasi 1%	2,69000*	,871465	,006	,87769	4,50231
	Konsentrasi 3%	1,80750	,871465	,051	-,00481	3,61981
	Konsentrasi 5%	1,43000	,871465	,116	-,38231	3,24231
	Kontrol Positif	-19,67917*	1,232438	,000	-22,24216	-17,11617
Kontrol Positif	konsentrasi 1%	22,36917*	1,232438	,000	19,80617	24,93216
	Konsentrasi 3%	21,48667*	1,232438	,000	18,92367	24,04966
	Konsentrasi 5%	21,10917*	1,232438	,000	18,54617	23,67216
	Konsentrasi 7%	19,67917*	1,232438	,000	17,11617	22,24216

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Lampiran 7

Perhitungan Statistik

Uji Deskriptif (Kelangsungan Hidup Ikan)

Report

SR

Perlakuan	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum
KO	68,7456	16	22,67053	33,33	100,00
KP	66,6650	2	47,14281	33,33	100,00
Total	68,5144	18	24,18000	33,33	100,00

Uji Normalitas (Kelangsungan Hidup Ikan)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SR
N		18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	68,5144
	Std. Deviation	24,18000
Most Extreme Differences	Absolute	,253
	Positive	,253
	Negative	-,247
Kolmogorov-Smirnov Z		1,072
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Uji Homogenitas (Kelangsungan Hidup Ikan)

Test of Homogeneity of Variances

SR

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,346	1	16	,145

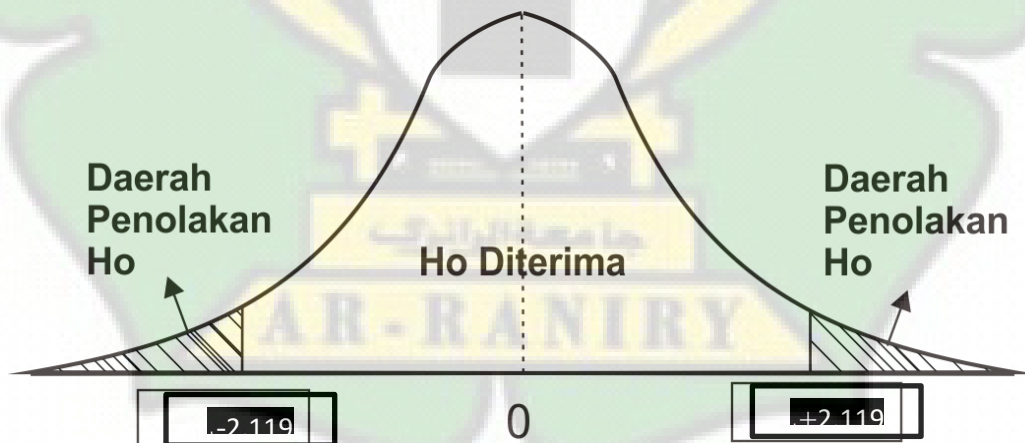
UJI t independent (UJI INDEPENDENT T-TEST POSTES)

Group Statistics

Perlakuan		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SR	KO	16	68,7456	22,67053	5,66763
	KP	2	66,6650	47,14281	33,33500

Independent Samples Test

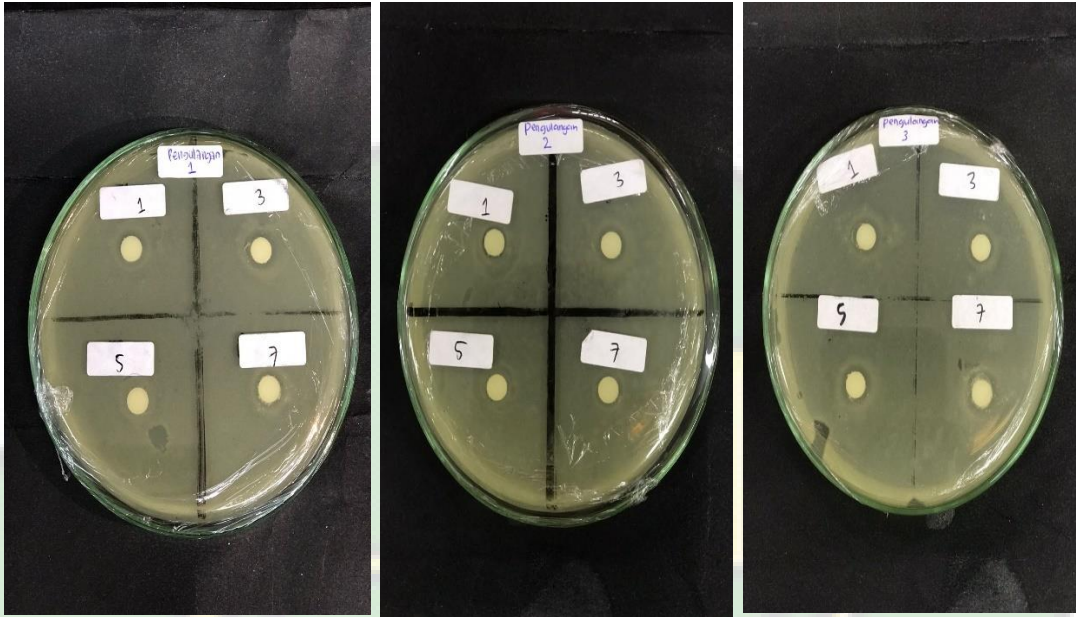
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SR	Equal variances assumed	2,346	,145	,111	16	,913	2,08062	18,68589	-37,53170	41,69295
	Equal variances not assumed			,062	1,059	,960	2,08062	33,81337	-375,2456	379,40689



Lampiran 8

Dokumentasi Kegiatan Penelitian

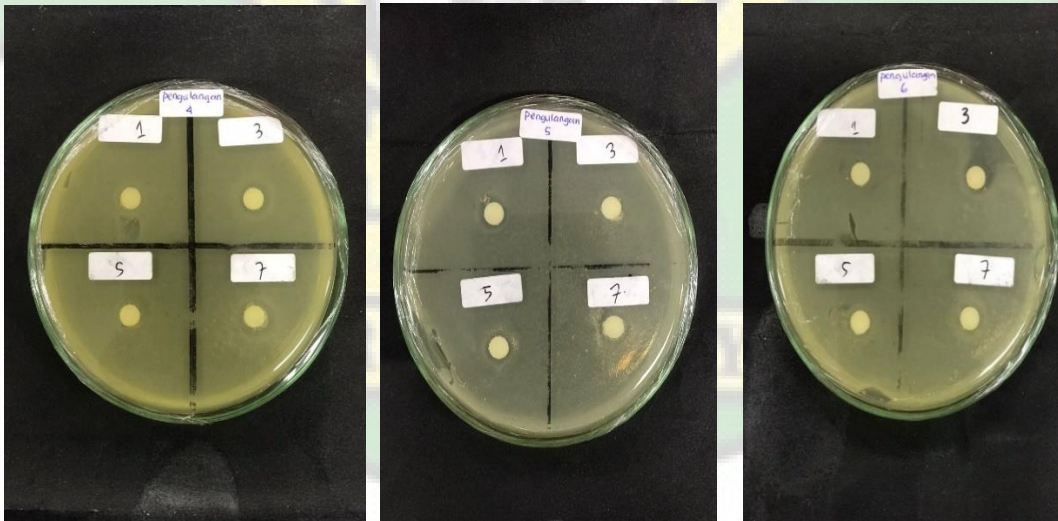
Zona Hambat Kitosan Terhadap *Aeromonas hydrophila*



Pengulangan ke 1

Pengulangan ke 2

Pengulangan Ke 3



Pengulangan ke 4

Pengulangan ke 5

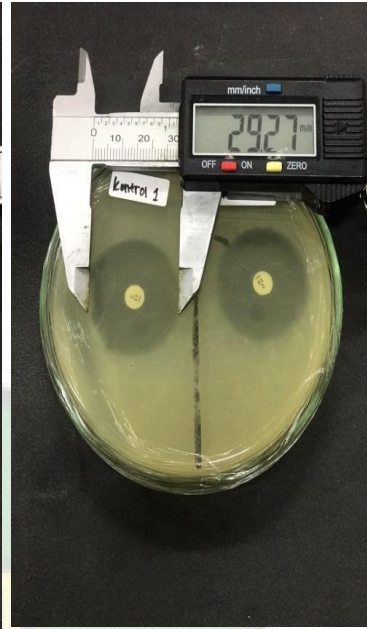
Pengulangan ke 6



Isolat bakteri *Aeromonas hydrophila*



Pengukuran zona hambat kitosan



Pengukuran zona hambat kontrol



Proses injeksi ikan



Pengukuran panjang ikan



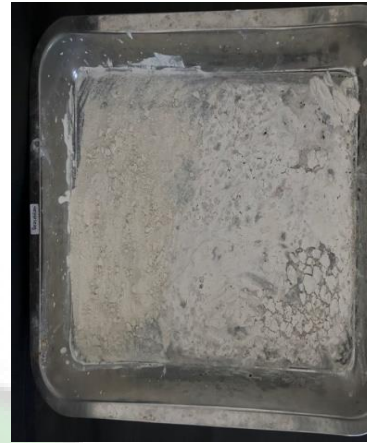
Pengukuran bobot ikan



Pengukuran pH kitosan



Penyaringan serbuk kitosan



Kitosan yang dihasilkan



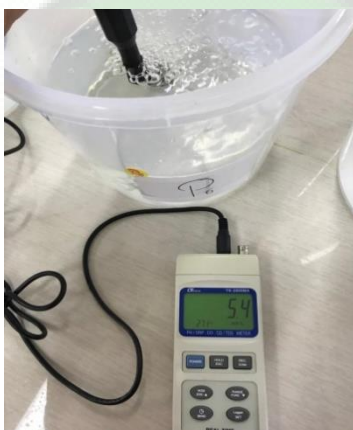
Melakukan uji zona hambat



Penimbangan kitosan



Larutan 1% asam asetat



Pengukuran DO dan suhu untuk ikan nila



Pemurnian bakteri *Aeromonas hydrophila*



Konsentrasi larutan kitosan



**Proses penumbukan
kitosan**



Penyaringan kitosan



**Larutan kitosan yang
sedang dipanaskan**



**Perbandingan
Aeromonas hydrophila
terhadap larutan standar
0,5 Mc Farland**



**Proses aklimatisasi
ikan**



**Penempatan wadah
ikan**

Lampiran 9

(Biaya Penelitian)

Pemakaian Alat dan Bahan Selama Penelitian

No	Alat dan Bahan	Jumlah	Harga
1.	NaOH	70 gr	Rp175.000
2.	HCl	32 gr	Rp475.000
3.	Media TSA	28,5 gr	Rp171.000
4.	NaOCl	12 gr	Rp33.000
5.	Gliserol	2 ml	Rp6.000
6.	Cakram Antibiotik	24 Disk	Rp72.000
7.	Cakram Cloramfenikol	2 Disk	Rp6.000
8.	NaCl	10 ml	Rp12.000
9.	Aquadest	30 liter	Rp90.000
10.	<i>Aeromonas hydrophila</i> ATCC 7966	1 tabung	Rp200.000
11.	Wadah Ikan	18 Pisc	Rp216.000
12.	Ikan Nila	60 ekor	Rp120.000
13.	Kertas saring	10 pisc	Rp20.000
14.	Alkohol 96%	5 ml	Rp6.000
15.	Spiritus	1 liter	Rp30.000
	Total		Rp1.632.000

RIWAYAT HIDUP PENULIS

1. Nama : Tuti Aulia
2. Tempat/Tanggal Lahir : Banda Aceh / 01 Juni 1999
3. Nomor Induk Mahasiswa : 170703006
4. Agama : Islam
5. Kebangsaan/Suku : Indonesia
6. Alamat : Ateuk Jawo, Kec. Baiturrahman, Lorong Nusa Indah 1, No.9, Banda Aceh
7. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Mahyuddin
 - b. Ibu : Nur Laili
8. Alamat Orang Tua : Ateuk Jawo, Kec. Baiturrahman, Lorong Nusa Indah 1, No.9, Banda Aceh
9. Riwayat Pendidikan

Jenjang	Nama Sekolah	Bidang Studi	Tempat	Tahun Ijazah
SD/IM	MIN Lhong Raya	-	Banda Aceh	2011
SLTP	SMP Negeri 3	-	Banda Aceh	2014
SLTA	SMA Negeri 7	IPA	Banda Aceh	2017