

SKRIPSI

**PENGARUH PAKAN YANG MENGANDUNG
EKSTRAK RUMPUT LAUT (*Halymenia durvillei*) DALAM
MENINGKATKAN AKTIVITAS LYZOSIME DAN KETAHANAN
TERHADAP PENYAKIT WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) PADA
UDANG VANAME (*Panaeus Vannamei*)**

Disusun dan diajukan oleh

KHAERIL FAJRI

L03 1171 507



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**PENGARUH PAKAN YANG MENGANDUNG
EKSTRAK RUMPUT LAUT (*Halymenia durvillei*) DALAM
MENINGKATKAN AKTIVITAS LYZOSIME DAN KETAHANAN
TERHADAP PENYAKIT WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) PADA
UDANG VANAME (*Panaeus Vannamei*)**

OLEH:

KHAERIL FAJRI

L03 1171 507

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH PAKAN YANG MENGANDUNG EKSTRAK RUMPUT LAUT (*Halymenia durvillei*) DALAM MENINGKATKAN AKTIVITAS LYZOSIME DAN KETAHANAN TERHADAP PENYAKIT WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) PADA UDANG VANNAMEI (*Panaeus vannamei*)

Disusun dan diajukan oleh

KHAERIL FAJRI

L031 171 507

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Sarjana Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Pada Tanggal, 30 Mei 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

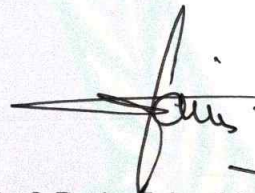
Pembimbing Utama



Asmi Citra Malina, S.Pi., M.Agr., Ph.D

NIP. 197212282006042001

Pembimbing Pendamping



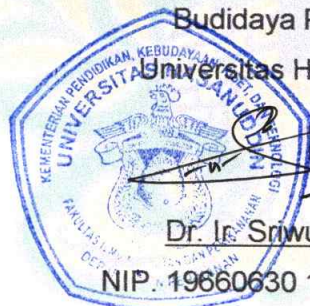
Prof. Dr. Ir. Zainuddin., M.Si

NIP. 196407211991031001

Ketua Program Studi

Budidaya Perairan

Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Sriwulan, MP

NIP. 19660630 199103 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khaeril Fajri

NIM : L031171507

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul: **"Pakan Yang Mengandung Ekstrak Rumput Laut (*Halymenia durvillei*) Dalam Meningkatkan Aktivitas Lyzosime Dan Ketahanan Terhadap Penyakit Wssv (*White Spot Syndrom Virus*) Pada Udang Vannamei (*Panaeus Vannamei*)"** adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alih tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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

Makassar, 30 Mei 2023

Yang menyatakan



Khaeril Fajri

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khaeril fajri

NIM : L031171507

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

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

Makassar, 30 Mei 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Sriwulan, MP.

NIP. 196606301991032002

Penulis



Khaeril Fajri

L031171507

ABSTRAK

Khaeril Fajri, L031171507. Pengaruh Pakan yang Mengandung Ekstrak Rumput Laut (*Halymenia durvillei*) Dalam Meningkatkan Aktivitas Lisozime dan Ketahanan Terhadap Penyakit WSSV (White Spot Syndrom Virus) Pada Udang Vanname (*Penaues vannamei*) Dibawah bimbingan **Asmi Citra Manila, S.Pi, M.Agr. Ph.D** sebagai Pembimbing Utama dan **Prof. Dr. Ir. Zainuddin** sebagai Pembimbing Pendamping.

Rumput laut *Halymenia durvillei* memiliki potensi untuk dijadikan sebagai sumber imunostimulan untuk udang vaname (*Penaues vannamei*) karena kandungan alkaloid, tannin, terpenoid, saponin dan flavonoid. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh dari pakan yang mengandung ekstra rumput laut terhadap udang vaname (*Penaues vannamei*) dalam meningkatkan respon imun yaitu aktivitas lisozime dan tingkat *survival rate* pasca uji tantang dengan *White Spot Syndrom Virus* (WSSV). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2022 di *Hatchery* dan Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu A (Kontrol), B (0,2mg) C (0,6mg), dan D (1mg). Masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Hewan uji yang digunakan adalah udang vaname dengan bobot rata-rata 10-15g. Agen uji tantang menggunakan WSSV. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa imun aktivitas lisozime pada udang vaname mengalami peningkatan pada dosis C (0,6 mg) di hari ke nol dan hari kelima setelah pemberian pakan berekstrak rumput laut *Halymenia durvillei*. Adapun respon ketahanan tubuh udang vaname terhadap penyakit WSSV menunjukkan pemberian pakan berekstrak rumput laut *Halymenia durvillei* tidak memberikan pengaruh terhadap *Survival Rate* pada udang vaname.

Kata kunci: *Aktivitas Lisozime, Halymenia durvillei, Imunostimulan, Survival Rate, Udang Vaname*

ABSTRACT

Khaeril Fajri, L031171507. Effect of Feed Containing Seaweed Extract (*Halymenia durvillei*) in Increasing Lysozyme Activity and Resistance to WSSV (White Spot Syndrome Virus) Disease in Vanname Shrimp (*Penaeus vannamei*) Under the guidance of **Asmi Citra Manila, S.Pi, M.Agr. Ph.D** as Main Supervisor and **Prof. Dr. Ir. Zainuddin** as Co-Supervisor.

Halymenia durvillei seaweed has a potential to be used as an immunostimulant for vaname shrimp (*Penaeus vannamei*) because of its alkaloid, tannin, terpenoid, saponin and flavonoid contents. This study aims to evaluate the effect of feeds containing the seaweed extract on vaname shrimp (*Penaeus vannamei*) in increasing the immune responses, which is lysozyme activity and post-test survival rate. This research was conducted in October-November in Laboratory Hatchery and Parasites and Fish Diseases, Faculty of Marine Science and Fisheries, Hasanuddin University. This study used a complete randomized design (CRD) method, which consist of 4 treatments namely A (Control), B (0.2mg) C (0.6mg), and D (1mg). Each treatment consists of 3 replicates. The animals used for the test were vaname shrimp with an average weight of 10-15g. White Spot Syndrome virus was used as the agent challenge test. Based on the results, it was concluded that the lysozyme activity in vaname shrimp increased at dose C (0.6 mg) on zero-day and five days after being fed with *Halymenia durvillei* seaweed extract. Therefore, the response of vaname shrimp body resistance to WSSV disease revealed that being fed with *Halymenia durvillei* seaweed extract, it did not affect the survival rate of vaname shrimp.

Keywords: *Lysozyme Activity, Halymenia durvillei, Immunostimulant, Survival Rate, Vaname Shrimp*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ” **Pengaruh Pakan Yang Mengandung Ekstrak Rumput Laut (*Halymenia durvillei*) Dalam Meningkatkan Aktivitas Lyzosime Dan Ketahanan Terhadap Penyakit Wssv (*White Spot Syndrom Virus*) Pada Udang Vannamei (*Panaeus Vannamei*)**” dengan baik.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pada proses penyelesaian skripsi ini, ada beberapa hal yang harus penulis lalui. Berbagai kesulitan dan tantangan, namun berkat kerja keras dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang sangat penulis hormati, sayangi, dan banggakan, Ayahanda **Andi Hardin., S.Pd** dan Ibunda **Andi Norma** yang tak henti-hentinya memberikan cinta, kasih sayang, semangat, dan dukungan baik berupa materi maupun do'a yang tulus dalam setiap langkah penulis.
2. Bapak **Safruddin, S.Pi., M. P., Ph.D.** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Dr. Ir. Siti Aslamyah, M.P.** selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik, Riset Inovasi dan Kemahasiswaan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si.**, selaku ketua Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
5. Ibu **Dr. Ir. Sriwulan, MP.** selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, sekaligus Penasihat Akademik sekaligus sebagai penguji yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses perkuliahan.
6. Ibu **Asmi Citra Malina., S.Pi., M.Agr., Ph.d** selaku Pembimbing Utama dan Ibu **Prof. Dr. Ir. Zainuddin., M.Si** selaku Pembimbing Anggota, yang selama ini selalu sabar membimbing, memberi nasehat, dan selalu mengarahkan yang terbaik bagi penulis pada proses penelitian hingga penulisan skripsi ini.
7. Bapak **Prof. Dr. Ir. Hilal Anshari., M.Si** dan ibu **Dr. Ir. Sriwulan, MP.** selaku penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran selama perbaikan Skripsi kepada penulis.

Penulis juga menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini disebabkan karena keterbatasan penulis sebagai makhluk Allah *subhanahuwata'ala* yang tak luput dari kekhilafan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi setiap orang yang membacanya.

Makassar, 30 Mei 2023



Khaeril Fajri

L031171507

BIODATA DIRI



Penulis dengan nama lengkap Khaeril Fajri lahir di Bulukumba, 16 November 1998. Anak terakhir dari empat bersaudara dari pasangan Andi Hardin., S.Pd dan Andi Norma. Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Negeri 31 Bontomacinna pada tahun 2012, SMPN Muhammadiyah Bulukumba pada tahun 2014, dan SMK DH Pepabri Bulukumba Pada tahun 2017. Pada tahun yang sama diterima di Universitas Hasanuddin Program Studi Budidaya Perairan melalui Jalur Non Subsidi (JNS). Selama mengikuti perkuliahan penulis aktif mengikuti organisasi internal kampus yaitu KMP BDP KEMAPI FIKP UNHAS, KEMAPI FIKP UNHAS, SENAT FIKP UNHAS dan organisasi eksternal kampus UKM Pramuka Unhas, FORBES (Forum Bersama UKM), HMI (Himpunan Mahasiswa Islam) Pernah menjabat sebagai Ketua Dewan Putra di UKM Pramuka Unhas pada masa bakti 2020, wakil Ketua di FORBES dan pengurus di bidang PTKP HMI. Selain itu penulis sering di berikan kepercayaan pada event-event Unhas untuk mengelolanya, dan juga selalu terlibat di kegiatan peduli lingkungan yang mana di naungi oleh WWF (*World Wide Fund for Nature*).

DAFTAR ISI

SKRIPSI	0
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
BIODATA DIRI	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Rumput Laut <i>Halymenia durvillei</i>	3
B. Udang Vaname (<i>Panaeus Vannamei</i>)	4
a. Biologi Udang Vaname.....	5
b. Kebiasaan Makan Udang Vannamei	6
c. Pakan dan Kebutuhan	6
C. Sistem Pertahanan Udang Vaname	7
D. Penyakit Pada Udang Vaname	8
E. Immunostimulan Pakan	8
III. METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat Penelitian	10
B. Alat dan Bahan	10
C. Prosedur Penelitian	12
1. Hewan Uji	12
2. Koleksi Rumput Laut	12
3. Ekstraksi Rumput Laut	13

4. Persiapan Pakan Dengan Ekstrak <i>Halymenia durvillei</i>	13
5. Uji Potensi Pemberian Ekstrak <i>Halymenia durvillei</i> Sebagai Immunostimulan ..	15
6. Pengambilan Hemolim	15
8. Analisis Statistik	17
IV. HASIL.....	18
A. Aktivitas Lisozim (LA).....	18
B. Survival Rate (SR) Pasca Uji Tantang	20
V. PEMBAHASAN	22
A. Aktivitas Lisozim (LA)	22
B. <i>Survival Rate</i> (SR) Pasca Uji Tantang	23
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
A. Kesimpulan	25
B. Saran	25
DAFTAR PUSTAKA.....	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Alat yang digunakan dalam penelitian	10
2. Bahan yang digunakan dalam peneltian	11
3. Formulasi Pakan Udang Vannamei.....	14
4. Data Aktivitas Lisozim (LA) Udang Vaname (<i>Penaeus vannamei</i>) setelah pemberian pakan berekstrak <i>Halymenia durvillei</i>	19
5. Tabel persentase (%) Survival Rate (SR) pada udang vaname (<i>Penaeus vannamei</i>) setelah diuji tantang dengan WSSV.	20

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Halymenia durvillei</i>	3
Gambar 2. Udang Vannamei (<i>Penaeus Vannamei</i>)	5
Gambar 3. Wadah Penelitian	12
Gambar 4. Grafik Aktivitas Lisozim (LA) Udang Vaname (<i>Penaeus vannamei</i>) setelah pemberian pakan berekstrak <i>Halymenia durvillei</i>	18
Gambar 5. Grafik persentase (%) <i>Survival Rate (SR)</i> pada udang vaname (<i>Penaeus vannamei</i>) setelah diuji tantang dengan WSSV	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Mentah Aktivitas Lisozim (LA) H0 Setelah Injeksi Ekstrak	30
Lampiran 2. Data Mentah Aktivitas Lisozim (LA) H5 Setelah Injeksi Ekstrak	30
Lampiran 3. Data Mentah Aktivitas Lisozim (LA) H10 Setelah Injeksi Ekstrak	31
Lampiran 4. Data Deskriptif Aktivitas Lisozim (LA)	32
Lampiran 5. Hasil Uji Normalitas Data Aktivitas Lisozim (LA) H0 Setelah Injeksi Ekstrak	32
Lampiran 6. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan B (0,2 mg) H0 Setelah Injeksi Ekstrak	33
Lampiran 7. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan C (0,6 mg) H0 Setelah Injeksi Ekstrak	33
Lampiran 8. Hasil Uji Man Whitney antara Perlakuan A (Kontrol) dan D (1 mg) H0 Setelah Injeksi Ekstrak.....	34
Lampiran 9. Hasil Uji Normalitas Data Aktivitas Lisozim (LA) H5 Setelah Injeksi Ekstrak	34
Lampiran 10. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan B (0,2 mg) H5 Setelah Injeksi Ekstrak	35
Lampiran 11. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan C (0,6 mg) H5 Setelah Injeksi Ekstrak	35
Lampiran 12. Hasil Uji Man Whitney antara Perlakuan A (Kontrol) dan D (1 mg) H5 Setelah Injeksi Ekstrak	36
Lampiran 13. Hasil Uji Normalitas Data Aktivitas Lisozim (LA) H10 Setelah Injeksi Ekstrak.....	36
Lampiran 14. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan B (0,2 mg) H10 Setelah Injeksi Ekstrak	37
Lampiran 15. Hasil Uji Man Whitney antara Perlakuan A (Kontrol) dan C (0,6 mg) H10 Setelah Injeksi Ekstrak	37
Lampiran 16. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan D (1 mg) H10 Setelah Injeksi Ekstrak	38
Lampiran 17. Data Mentah Jumlah Udang Hidup Setelah Uji Tantang.....	39
Lampiran 18. Data Survival Rate (SR) Setelah Uji Tantang.....	39
Lampiran 19. Data Deskriptif Survival Rate (SR).....	40
Lampiran 20. Hasil Uji Normalitas Data Survival Rate (SR)	41
Lampiran 21. Hasil Uji Homogenitas Data Survival Rate (SR).....	41
Lampiran 22. Hasil One Way Anova Data Survival Rate (SR)	42

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udang Vannamei (*Penaeus vannamei*) merupakan komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Berdasarkan data dari KKP (2020), udang vannamei (*Penaeus vannamei*) merupakan komoditas perikanan budidaya unggulan nasional yang diproduksi dengan jumlah tertinggi dalam rentang tahun 2012-2018. Udang jenis ini tersebar luas di seluruh wilayah Indonesia mulai dari pulau Sumatra, Jawa, Bali, NTB, dan Sulawesi. Pada skala yang lebih luas, yaitu skala internasional, Indonesia merupakan negara penghasil udang vannamei L. vannamei tertinggi ke-4 setelah China, India, dan Vietnam (Scabra et al., 2021).

Pada umumnya banyak faktor yang menjadi penyebab penurunan produksi udang vannamei diantaranya yaitu, kualitas air yang buruk, akumulasi pakan di dasar tambak, kualitas benih yang kurang baik dan terjangkau penyakit. Wabah penyakit di tambak udang menjadi kendala utama bagi produksi udang vannamei untuk jangka waktu yang lebih lama (Rahi et al., 2022). Salah satu faktor utama penyebab kegagalan panen udang vannamei adalah adanya serangan penyakit parasit pada udang yang dapat disebabkan oleh protozoa, cacing atau arthropoda (Susilo et al., 2018).

Beberapa upaya telah dilakukan untuk mengurangi dampak penyakit, seperti penggunaan bahan kimia, obat-obatan dan probiotik. Namun, upaya ini belum efektif dalam mengendalikan penyakit selama pemeliharaan. Selain itu, penggunaan antibiotik dapat menimbulkan dampak negatif, seperti munculnya mikroorganisme yang resistan terhadap obat dan meninggalkan residu antibiotik pada udang dan lingkungannya (Srisapome et al., 2018). Imunostimulan adalah senyawa alami yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh dengan meningkatkan resistensi inang terhadap penyakit yang disebabkan oleh patogen sehingga dapat menjadi pencegahan yang ampuh untuk mengendalikan penyakit ikan dan udang dengan cara perendaman, injeksi dan pemberian pakan (Declarador et al., 2014).

Imunostimulan alami yang berasal dari tanaman aman bagi lingkungan dan bermanfaat untuk merangsang sistem kekebalan tubuh pada udang, salah satunya yaitu imunostimulan yang berasal dari rumput laut (Dangeubun et al., 2013). Beberapa spesies rumput laut diekstraksi untuk berbagai bioaktif senyawa

dengan berbagai fungsi farmakologis, termasuk antioksidan, protein, mineral, vitamin, fitokimia dan asam lemak tidak jenuh (Mulyadi et al., 2020). Dinding sel dari alga laut kaya akan polisakarida sulfat seperti karagenan pada alga merah, dan memiliki banyak senyawa bioaktif menguntungkan seperti antikoagulan, antiviral, antioksidan, antikanker serta aktivasi modulasi imun (Wijesekara et al., 2011). Polisakarida sulfat diisolasi dari rumput laut memiliki pola molekul yang dikenali oleh sel imun bawaan (Yeh & Chen, 2008).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan rumput laut merah sebagai imunostimulan diantaranya, imunostimulan yang berasal dari *Glacilaria verucossa* diberi ke udang vannamei yang diinfeksi WSSV dalam bentuk pakan, imunitasnya meningkat setelah dua minggu (Sirirustananun et al., 2011) dan pemberian ekstrak *Halymenia durvillei* menunjukkan peningkatan jumlah hemosit pada udang vaname yang diberikan melalui pakan (Makasau, 2020). Ekstraksi rumput laut merah jenis *Halymenia durvillei* juga mengandung senyawa lipid sebagai agen antivirus (Tassakka et al., 2021). Oleh karena itu, dilakukan studi lebih lanjut tentang rumput laut merah jenis *Halymenia durvillei* karena diperkirakan memiliki potensi yang sama dengan jenis alga merah lainnya, sebagai agen imunostimulan untuk meningkatkan respon imun pada udang vannamei.

B. Tujuan dan kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi pakan yang mengandung ekstrak rumput laut *Halymenia durvillei* dalam meningkatkan respon imun berupa survival rate (SR) dan aktivitas lisozime pada udang vaname.

Kegunaan dari hasil penelitian ini yaitu diharapkan dapat menghasilkan produk imunostimulan yang dapat meningkatkan respon imun dan mencegah penyakit pada udang vaname selain itu sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumput Laut *Halymenia durvillei*

Rumput laut merupakan salah satu tumbuhan laut yang tergolong dalam alga yang berukuran besar, dari beberapa centimeter sampai bermeter-meter. Tubuh makroalga umumnya disebut "*thallus*". *Thallus* merupakan tubuh vegetatif alga yang belum mengenal diferensiasi akar, batang dan daun sebagaimana yang ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi. *Thallus* makroalga umumnya terdiri atas "*blade*" yang memiliki bentuk seperti daun, "*stipe*" (bagian yang menyerupai batang) dan "*holdfast*" yang merupakan bagian *thallus* yang serupa dengan akar. Pada beberapa jenis rumput laut, "*stipe*" tidak dijumpai dan "*blade*" melekat langsung pada "*holdfast*". Rumput laut merupakan alga multiselular yang mengandung substansi aktif secara imunologi. Sehingga rumput laut mempunyai prospek yang masih terbuka bagi pengembangannya dalam bidang pengendalian penyakit (Diansyah et al., 2018).



Gambar 1. *Halymenia durvillei* (Trono & Largo, 2019)

Klasifikasi rumput laut *Halymenia durvillei* menurut (FAO, 1998) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Filum : Rhodophyta
Kelas : Florideophyceae
Ordo : Cryptonemiales
Famili : Cryptonemiaceae
Genus : *Halymenia*
Spesies : *Halymenia durvillaei*

Rumput laut merah spesies *Halymenia durvilei* merupakan jenis rumput laut dengan ciri-ciri berlendir, besar, tebal yang dapat tumbuh hingga 35 cm dan ditemukan pada batuan di daerah pasang surut yang meliputi rentang nilai parameter suhu 29 -31°C dan salinitas 35-36 ppt serta dengan kondisi substrat karang, pasir dan lumpur berpasir, kondisi substrat memberikan pengaruh baik dan sangat ideal bagi tumbuh kembangna rumput laut (Rula et al., 2021). Spesies ini telah dilaporkan berada di Asia, Afrika, Samudra India, Australia, Selandia Baru dan Kepulauan Pasifik (Guiry dan Guiry, 2016). Ekstrak rumput laut merah merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai imunostimulan karena merupakan sumber senyawa bioaktif yang telah dideteksi pada alga hijau, coklat dan merah. Dinding sel alga laut kaya akan polisakarida sulfat seperti karagenan yang terkandung dalam alga merah, dan memiliki banyak senyawa bioaktif menguntungkan sebagai antikoagulan, antioksidan, anti kanker, aktivasi modulasi imun, serta menstimulasi aktivitas sekresi radikal oksigen fagositosis (Wijesekara et al., 2011).

B. Udang Vaname (*Panaeus Vannamei*)

Udang vaname pertama kali dipijahkan di Florida, Amerika Serikat pada Tahun 1973 berasal dari indukan alam asal Panama. Induk yang berhasil dipijahkan adalah hasil pemeliharaan dari naupli hingga induk dan dipijahkan. Selanjutnya, di Panama pada Tahun 1976, ditemukan teknik ablasi unilateral (serta nutrisi yang cukup) untuk merangsang pematangan gonad. Induk tersebut merupakan hasil pemeliharaan yang baik di tambak yang didukung oleh nutrisi pakan yang cukup. Pada saat itu, budidaya udang vannamei mulai berkembang di Amerika Selatan dan Tengah. Aktivitas pembenihan dan pembesaran secara intensif selanjutnya berkembang di Hawaii dan sebagian besar negara di Amerika Tengah dan Selatan pada awal 1980-an. Asia memulai produksi udang vannamei di beberapa negara seperti Kamboja, India, Malaysia, Myanmar, Filipina, Thailand dan Indonesia sejak 1999 (FAO, 2014).

a. Biologi Udang Vaname



Gambar 2. Udang Vaname (*Penaeus Vannamei*)

Menurut Dugassa and Gaetan (2018), udang vannamei dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Crustacea
Kelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Spesies	: <i>Penaeus vannamei</i>

Udang vaname memiliki bentuk tubuh yang dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian kepala yang menyatu hingga bagian dada (*Cephalothorax*) dan bagian tubuh yang mencapai hingga ekor udang (*Abdomen*) (Suri, 2017). *Cephalothorax* udang vannamei terdiri dari antenna antermulae, mandibula, dan dua pasang maxillae. Kepala ditutupi oleh cangkang yang memiliki ujung runcing dan bergigi yang disebut rostrum. Kepala udang juga dilengkapi dengan tiga pasang maxilliped dan lima pasang kaki jalan (*periopod*). Maxilliped berfungsi sebagai organ untuk makan. Untuk bagian abdomen terdiri atas 6 ruas, terdapat 5 pasang kaki renang pada ruas pertama sampai kelima dan sepasang ekor kipas (*uropoda*) dan ujung ekor (*telson*) pada ruas yang keenam. Dibawah pangkal ujung ekor terdapat lubang dubur (*anus*) (Fernando, 2016). Warna tubuh udang vannamei ini adalah putih transparan dengan warna biru yang terdapat dekat dengan bagian telson dan uropoda. Alat kelamin udang betina disebut thelycum yang terletak diantara kaki jalan ke-4 dan ke-5, sedangkan pada udang jantan disebut petasma

terletak diantara kaki jalan ke-5 dan kaki renang pertama. Pada betina dewasa mempunyai thelycum terbuka dan hal ini adalah salah satu perbedaan yang paling mencolok pada udang vannamei betina. Pada jantan dewasa petasma adalah simetris, semi open, dan tidak bertudung. Bentuk dari spermatophore-nya sangat kompleks, terdiri dari berbagai struktur gumpalan sperma yang encapsulated oleh suatu pelindung (bercabang dan terbungkus) (Panjaitan, 2012).

b. Kebiasaan Makan Udang Vannamei

Udang termasuk golongan omnivora atau pemakan segala. Udang Vaname mencari dan mengidentifikasi pakan dengan menggunakan sinyal kimiawi berupa getaran dengan bantuan organ sensor yang terdiri dari bulu-bulu halus. Dengan bantuan sinyal kimiawi yang di tangkap, udang akan merespon untuk mendekat atau menjauhi sumber pakan (Amiruddin, 2017). Untuk mendekati sumber makanan udang akan berenang menggunakan kaki jalan yang memiliki capit. Pakan langsung dijepit menggunakan capit kaki jalan, kemudian dimasukkan kedalam mulut. Selanjutnya pakan berukuran kecil masuk kedalam kerongkongan dan esophagus. Bila pakan yang dikonsumsi berukuran lebih besar, akan dicerna secara kimiawi terlebih dahulu oleh maxilliped di dalam mulut (Haliman dan Adijaya, 2005).

Kebiasaan udang vaname akan berbeda tergantung pada daur hidupnya. Makanan utama udang vaname didominasi berupa moluska, krustasea, detritus, makrofit, dan makanan tambahan berupa zooplankton, pasir, dan annelida. Adanya komponen makanan berupa krustasea diduga menunjukkan sifat kanibal pada udang, dimana udang yang lebih besar cenderung bersifat akan memangsa jenis yang lebih kecil atau yang dalam kondisi lemah seperti sedang melakukan proses moulting jika ketersediaan makanan kurang (Sentosa et al. 2017).

c. Pakan dan Kebutuhan

Nutrisi Udang Vaname Manajemen pemberian pakan mengharuskan pakan yang diberikan kepada ikan harus tepat secara kualitas, kuantitas dan tepat waktu pemberiannya demi keberhasilan usaha budidaya. Fungsi utama dari pakan itu sendiri yaitu untuk pemeliharaan tubuh dan mengganti jaringan tubuh yang rusak, menunjang aktifitas metabolisme dan untuk pertumbuhan serta reproduksi (Mahendra, 2018). Hal ini juga disampaikan dalam penelitian Bokau et al. (2008), bahwa pakan yang dimakan udang akan diproses dalam tubuh, kemudian unsur nutrisi (gizi) yang terkandung dalam pakan akan diserap dan dimanfaatkan

membangun jaringan dan daging sehingga terjadi pertumbuhan. Laju pertumbuhan udang sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan. Pakan yang berkualitas baik akan menghasilkan pertumbuhan dan efisiensi pakan yang tinggi. Kualitas suatu pakan dapat ditentukan oleh nilai gizi, sedangkan nilai gizi pakan itu sendiri ditentukan oleh komposisi bahan baku pakan seperti kandungan protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral yang terdapat di dalam pakan. Suatu pakan, bila ditinjau dari komposisi kimianya mungkin merupakan sumber nutrisi yang istimewa namun bernilai rendah bila tidak dapat dicerna dan diserap dengan baik oleh kultivan (Amiruddin, 2017).

Kebutuhan nutrisi berbeda dan sering berubah-ubah untuk setiap spesies. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis, ukuran, lingkungan dan musim. Nutrien utama yang dibutuhkan setiap spesies yaitu protein, lemak dan karbohidrat sebagai bahan penting penyusun tubuh dan sumber energi, sedangkan untuk vitamin dan mineral yang larut dalam air memiliki fungsi sebagai komponen esensial koenzim (Pramudiyas, 2014). Protein, lipid, dan karbohidrat adalah kelompok nutrisi yang berbeda yang di metabolisme tubuh untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk berbagai proses fisiologis dan aktivitas fisik. Ada variasi yang cukup dalam kemampuan spesies ikan untuk menggunakan nutrisi penghasil energi, yang diklasifikasikan sebagai herbivora, omnivora, atau karnivora. Spesies karnivora dan omnivora sangat efisien dalam menggunakan protein makanan dan lipid untuk energi. Makanan yang dimakan spesies udang vannamei mengandung sedikit karbohidrat, sehingga mereka menggunakan nutrisi ini lebih sedikit dan efisien (Gatlin, 2010).

Udang membutuhkan protein dalam pakan yang cukup tinggi yang digunakan untuk pertumbuhannya dibandingkan dengan kebutuhan protein pada ikan. Kebutuhan protein pada udang untuk fase larva yaitu 38-40 %, fase juvenil 35-37 %, dan fase dewasa 28-30 %. Kebutuhan karbohidrat yaitu 25-35 %, Lipid (termasuk fosfolipid) 3-7 %, HUFA >0.08 %, kolesterol 0.5-0.6 %, Vitamin C 100 mg/kg, kalsium/fosfor 1.5-2 %, Zn 90 mg/kg (Nesara dan Anand, 2018).

C. Sistem Pertahanan Udang Vaname

Udang vaname mempunyai daya tahan alami yang bersifat non spesifik terhadap organisme patogen berupa pertahanan fisik (mekanik), kimia, seluler dan humoral. Daya tahan alami ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, sehingga terdapat tingkatan yang berbeda-beda tergantung strain, lingkungan pemeliharaan, spesies maupun famili (Bellanti, 1989).

Sistem imun udang tergantung pada proses pertahanan non spesifik sebagai pertahanan terhadap infeksi (Lee et al., 2004). Pertahanan pertama terhadap penyakit pada udang dilakukan oleh haemosit melalui fagositosis, enkapsulasi dan nodule formation. Aktifitas fagositosis dapat ditingkatkan dengan mengaktifkan sistem prophenol oksidase (Pro-PO) yang berada dalam haemosit semigranular dan granular (Selvin et al., 2004).

D. Penyakit Pada Udang Vaname

Serangan penyakit WSSV (*white spot syndrome virus*) di Indonesia pertama kali dilaporkan pada areal pertambakan udang vaname di Tangerang, Serang, dan Karawang pertengahan tahun 1994 (Mahardika et al., 2004). Dari segi gejala klinis eksternal, tidak ditemukan adanya udang yang mencirikan gejala klinis dari serangan WSSV (*white spot syndrome virus*) yang khas, yaitu adanya bintik putih pada karapas. Menurut Sudha et al. (1998), udang yang terinfeksi WSSV (*white spot syndrome virus*) mengalami perubahan tingkah laku yaitu menurunnya aktivitas berenang, berenang tidak terarah, dan sering kali berenang pada salah satu sisinya saja. Hal ini diperkuat oleh Granja et al. (2006).

E. Immunostimulan Pakan

Imunostimulan yang umum digunakan merupakan organisme maupun hasil sampingan organisme yang tidak virulen (Galindo-Villegas and Hoshokawa, 2004). Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, bahan yang dapat digunakan sebagai imunostimulan antara lain berasal dari bahan kimia sintetik, derivat bakteri, polisakarida, ekstrak hewan dan tumbuhan, serta vitamin (Sakai, 1999).

Alga merah merupakan jenis alga yang lebih banyak memiliki aktivitas biologi dengan jenis alga lain. Senyawa-senyawa kimia yang ada pada alga merah didominasi dari famali Rhodomeleceae. Alga merah merupakan sumber pembentuk halogenated compounds yang memiliki beragam aktivitas antibakteri, antiinflamasi, iktiotoksik, sitotoksik, dan insektisida (Cabrita et al., 2010). Salah satu jenis rumput laut yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk imunostimulan adalah rumput laut *Halymenia durvillei*. yang pada mulanya ditemukan oleh C. Agardh (1817) yang berdasarkan pada *Halymenia floresii* (*Clemente*) C. Agardh, dari Spanyol. *Halymenia* saat ini diketahui memiliki sekitar 80 spesies, genus terbesar kedua di family Halymeniaceae, memiliki distribusi yang luas pada temperatur dan perairan tropis (Rodriguez-Prieto et al. 2018). *Halymenia durvillei*. diketahui mengandung

pigmen karoten yang tinggi dan klorofil yang rendah, berwarna merah maroon dan tergolong dalam rumput laut kelas Rhodophyceae atau rumput laut merah yang mengandung pigmen fikoeritin, karotenoid, klorofil a, senyawa organik dan anorganik dan serat kasar (Jimenez-Escrig & Goni, 1999). Hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa karotenoid pada rumput laut merupakan antioksidan yang dapat berfungsi untuk melindungi berbagai macam penyakit dan stres (Okuzumi di dalam Burtin, 2006).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Oktober 2022 – September 2022. Sampel rumput laut akan diambil dari Pulau Kayangan Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Proses pengeringan dan Ekstraksi rumput laut (*Halymenia durvillei*) akan dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Uji potensi ekstrak *Halymenia durvillei* sebagai immunostimulan dilakukan di Hatchery Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin dan pembuatan pakan dilakukan di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluh Perikanan (BRPBAP3) Maros. Adapun pengujian parameter imun dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada table 1 dan 2 berikut:

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama	Fungsi
1	Perlengkapan <i>snorkling</i>	Mengambil sampel <i>Halymenia</i> sp
2	<i>Coolbox</i>	Menjaga sampel tetap segar
3	Timbangan analitik	Menimbang berat sampel
4	Cawan petri	Wadah mengeringkan dan menguapkan bahan kimia
5	Perlengkapan aerator	Sebagai suplai oksigen pemeliharaan udang
6	Akuarium	Wadah pemeliharaan udang
7	Seser	Memudahkan pengangkatan udang
8	Bak fiber	Menampung air laut
9	Mikroskop	Mengamati hemosit udang
10	<i>Haemocytometer</i>	Menghitung jumlah sel
11	<i>Object glass</i>	Pelentakan sampel
12	<i>Staining jar</i>	Wadah pewarnaan
13	Mikropipet	Mengambil sampel

14	<i>Waterbath</i>	Menguapkan pelarut pada filtrat
15	Gelas ukur	Mengukur pelarut
16	Labu Erlenmeyer	Wadah maserasi
17	Botol vial	Menyiapkan ekstrak
18	<i>Vortex mixer</i>	Menghomogenkan ekstrak
19	<i>Freezer</i>	Menyiapkan ekstrak dan pakan
20	Baskom	Mencampur pakan
21	Refraktometer	Mengukur salinitas air laut pemeliharaan
22	<i>Syringe 1ml</i>	Mengambil hemolim
23	Plastik kit	Menyimpan pakan
24	Tabung <i>ependorf</i>	Menyimpan hemolin
25	Blender	Menghancurkan pakan
26	<i>Slide glass</i>	Meletakkan sampel pengamatan
27	Jarum ose	Pemindahan bakteri

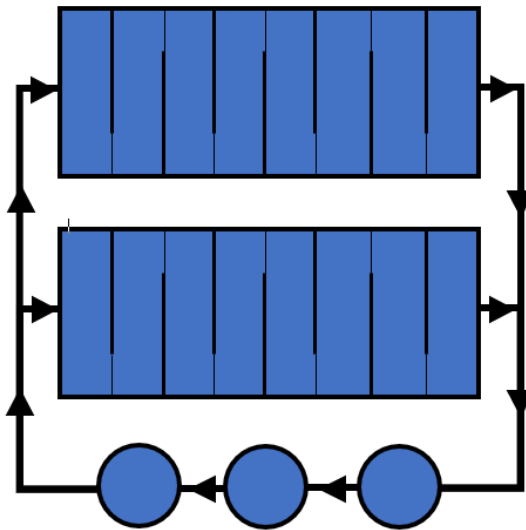
Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama	Fungsi
1	Rumput laut <i>Halymenia durvillei</i>	Bahan utama pembuatan ekstrak
2	Udang Vannamei <i>Penaeus vannamei</i>	Hewan uji
3	Ethanol 96%	Sebagai pelarut
4	Air laut	Mencuci rumput laut
5	Air tawar	Mencuci rumput laut
6	Aquades	Sebagai larutan ekstraksi
7	Na-Sitrat 3,8%	Sebagai anti koagulan
8	Bakteri <i>Micrococcus</i> sp.	Uji aktivitas fagositosis
9	Larutan giemsa	Pewarnaan bakteri <i>Micrococcus</i> sp.
10	Pakan	Sebagai pakan uji
11	Metanol	Memfiksasi ulasan darah
12	Saline solution	Sebagai anti koagulan

C. Prosedur Penelitian

1. Hewan Uji

Hewan Uji yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Udang Vaname (*Penaeus vannamei*) yang diperoleh dari Tambak di Instalasi Tambak Percobaan (ITP) BPPBAP, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Kisaran bobot rata-rata Udang Vannamei yaitu 10-15 gram. Udang Vannamei ini dipelihara dalam bak fiber berukuran 400x120x65 cm sebagai wadah utama, 2 buah bak kerucut sebagai filter dan 1 buah bak kerucut sebagai penampungan. 1 bak fiber kemudian dibagi menjadi 8 sekat sehingga di peroleh 16 sekat secara keseluruhan. Masing-masing sekat dilengkapi dengan 2 buah batu aerasi untuk menyuplai oksigen, tiap sekat diisi dengan 10 ekor udang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3. Wadah Penelitian yang digunakan.

2. Koleksi Rumput Laut

Rumput Laut akan dikumpulkan dengan cara *snorkeling* di laut dengan kedalaman 0,5 – 1,5 m. Rumput laut yang telah diambil dimasukkan ke plastik lalu dimasukkan dalam *coolbox* untuk menjaga kesegaran rumput laut selama perjalanan menuju laboratorium. Preparasi rumput laut *Halymenia durvillei* dimulai dengan proses pencucian dengan air laut, air tawar dan aquadest. Setelah proses pencucian sampel ditiriskan dan dikering anginkan tanpa terkena sinar matahari secara langsung hingga rumput laut benar-benar kering. Rumput laut yang sudah kering kemudian digiling hingga berbentuk serbuk dan diayak menggunakan

ayakan dengan mesh-size 60 (Noviantari et al., 2017). Rumput laut yang telah berbentuk serbuk kemudian ditimbang. Setelah itu disimpan dalam kondisi kering untuk selanjutnya dilakukan proses ekstraksi.

3. Ekstraksi Rumput Laut

Metode ekstraksi yang akan digunakan pada penelitian ini yakni metode ekstraksi dengan pelarut aquades pada suhu 85°C (Sinurat & Kusumawati, 2017). Sampel rumput laut yang berbentuk serbuk direndam dalam aquades (1:30) (b/v) lalu dimasukkan ke dalam *waterbath* selama 4 jam pada suhu 85°C. Campuran disaring menggunakan saringan mesh, filtrat ditampung. Filtrat disentrifuge 8000 rpm selama 15 menit pada suhu 5°C. Filtrat ditampung dan endapan dibuang, kemudian ditambahkan etanol 96% (1:2) didiamkan selama semalam. Kemudian endapan dan filtrat dipisahkan dengan disentrifugasi 8000 rpm selama 10 menit pada suhu 5°C. Hasil endapan yang diperoleh dilarutkan dengan air (aquabidest) sampai larut sempurna. Kemudian dikering bekukan dengan menggunakan *freezedryer* dan diperoleh ekstrak rumput laut.

4. Persiapan Pakan Dengan Ekstrak *Halymenia durvillei*

a. Pembuatan Pakan Uji

Bahan baku yang akan digunakan sebagai penyusun pakan uji adalah tepung Ikan lokal, tepung kepala udang, dan tepung kedelai sebagai sumber protein (Darwanti et al., 2016). Sumber karbohidrat untuk udang berasal dari bahan baku tepung tapioka, tepung terigu dan tepung jagung (Widyantoko et al., 2015). Minyak ikan sebagai sumber lipid serta dilengkapi dengan vitamin dan mineral mix (Darwanti et al., 2016). Komposisi pakan uji dibuat menggunakan metode *trial and error* (Awaludin et al., 2020) dengan acuan protein berkisar antara 35 - 40%, lemak 10-12%, karbohidrat 40% serta sedikit vitamin dan mineral yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Formulasi Pakan Udang Vannamei

Jenis BBP	Persentase (%)
Tepung Ikan local	25
Tepung Kepala Udang	10
Tepung Kedelai	29
Tepung Jagung	18
Tepung Terigu	9
Minyak Ikan	5
Vitamin	2
Mineral	2
Jumlah	100

Proses pembuatan pakan mengacu pada prosedur pembuatan pakan di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluh Perikanan (BRPBAP3) Maros. Cara pembuatan pakan adalah semua bahan baku pakan ditimbang sesuai berat masing-masing, dan dicampurkan secara merata dengan mengaduk-aduk semua bahan sampai homogen. Setelah itu, ditambahkan air hangat sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata. Setelah tercampur rata, adonan pakan dimasukkan kedalam mesin pencetak pellet untuk mendapatkan pellet yang memanjang. Agar ukurannya sesuai dengan bukaan mulut atau capit udang, maka pellet tersebut dipotong-potong dengan panjang 0,5-1,0 cm. Setelah proses pencetakan, pakan di keringkan dibawah sinar matahari selama kurang lebih 4 jam atau hingga kadar airnya kurang dari 10%. Selanjutnya, pakan dikukus kurang lebih 4-5 menit agar pakan lebih menyatu dan tidak gampang hancur. Setelah itu, pakan kembali dikeringkan dibawah sinar matahari hingga pakan mengering. Pakan yang telah kering dimasukkan kedalam plastik dan disimpan dalam lemari pendingin. Pakan yang telah dibuat kemudian dilakukan uji fisik seperti seperti kecepatan tenggelam dan daya lezat. Setelah itu, dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kandungan nutrisi pakan.

b. Pembuatan Pakan dengan Ekstrak *Halymenia durvillei*

Pakan pellet yang telah dibuat sebelumnya kemudian akan dilakukan pencampuran dengan ekstrak *Halymenia durvillei*. Ekstrak *Halymenia durvillei* ditimbang terlebih dahulu berdasarkan dosis perlakuan yang merujuk pada

metode (Jasmanindar et al., 2018) yaitu 1 g/kg, 2 g/kg pakan dan 3 g/kg pakan. Masing-masing ekstrak *Halymenia durvillei*. yang telah ditimbang tersebut dilarutkan dalam 10 ml air, kemudian dicampurkan secara merata dengan pakan yang telah disiapkan dan dikering anginkan. Setelah kering, kemudian dilapisi (*coating*) dengan putih telur dan dikeringanginkan kembali pada suhu ruang. Pakan yang telah siap dimasukkan dalam wadah plastik dan disimpan dalam lemari pendingin (Zahra et al., 2017).

5. Uji Potensi Pemberian Ekstrak *Halymenia durvillei* Sebagai Immunostimulan

Uji potensi ekstrak *Halymenia durvillei* dalam meningkatkan respon imun udang vannamei yang merujuk pada metode (Jasmanindar et al., 2018), dimana percobaan ini didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing 3 kali ulangan sebagai berikut :

- Kontrol (A) : Udang vannamei yang di beri pakan tanpa ekstrak
- Perlakuan B : Udang vannamei yang diberi pakan dengan penambahan ekstrak *Halymenia durvillei* sebanyak 1 g/kg
- Perlakuan C : Udang vannamei yang diberi pakan dengan penambahan ekstrak *Halymenia durvillei* sebanyak 2 g/kg.
- Perlakuan D : Udang vannamei yang diberi pakan dengan penambahan ekstrak *Halymenia durvillei* sebanyak 3 g/kg.

Udang vannamei diadaptasikan dalam akuarium perlakuan selama 3 hari. Selama proses adaptasi, Udang Vannamei diberi pakan komersil dengan *feeding rate* 3-5% sebanyak 3 kali/hari. Setelah 3 hari, udang vannamei diberikan pakan perlakuan selama 15 hari dengan merujuk pada penelitian (Ismawati et al., 2019) yaitu *feeding rate* 5% dari bobot biomassa, frekuensi pemberian pakan sebanyak 3 kali sehari pada pagi hari, siang dan sore pukul 09.00 WITA, 13.00 WITA dan 17.00 WITA.

6. Pengambilan Hemolim

Pengambilan sampel Hemolim akan dilakukan pada hari ke 0, 5, 10 dan 15 setelah pemberian perlakuan. Sampel diambil dari 5 ekor udang per perlakuan secara acak sebanyak 0,1 ml dari setiap sampel udang. Pengambilan sampel hemolim dilakukan berdasarkan metode (Kurniawan et al., 2018). Sekitar 0,1 ml hemolim diambil dari ventral sinus pada pangkal ruas tubuh pertama dengan menggunakan alat suntik 1 ml yang sebelumnya dibilas antikoagulan (Na Sitrat

10%). Kemudian hemolim dimasukkan ke dalam mikrotube dan disimpan dalam *cool box*. Pengambilan Hemolim digunakan untuk mengukur parameter imun.

7. Variabel yang diamati

Berikut merupakan parameter yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Aktivitas Lisozim (LA)

Pengukuran aktivitas lisozim yang dilakukan mengacu pada metode Jhonny, et al., (2008) dengan beberapa modifikasi. Pertama-tama preparasi sampel darah dan media kultur dilakukan. Sampel darah udang diambil dari masing-masing ulangan setiap perlakuan sebanyak 5 ekor setiap ulangan. Sampel darah disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah disentrifugasi, sampel darah disimpan pada Eppendorf dan diberi label tiap sampel darah. Langkah selanjutnya, media kultur bakteri disiapkan berupa agarose 1% sebanyak 0,8 gram, kemudian dilarutkan dengan larutan PBS sebanyak 80 ml dan dipanaskan hingga mendidih. Larutan agarose yang telah mendidih didiamkan selama 5 menit pada suhu ruangan, kemudian sebanyak 5 ose bakteri *micrococcus* dimasukkan ke dalam larutan dan diaduk hingga homogen. Media yang telah dicampur bakteri kemudian disebar di permukaan slide glass dan didiamkan hingga media memadat. Setelah media pada slide glass memadat sempurna, media kemudian dilubangi sebanyak 3 buah lubang, yang masing-masing sebagai sumur untuk meletakkan sampel darah, putih telur (kontrol +) dan *saline solution* (kontrol -).

Setelah preparasi sampel darah dan media kultur selesai, mikropipet kemudian digunakan untuk mengisi masing-masing lubang pada slide glass dengan sampel darah sebanyak 15 µl, putih telur sebagai kontrol positif sebanyak 15 µl dan *saline solution* sebagai kontrol negatif sebanyak 15 µl. Slide glass kemudian didiamkan pada suhu ruangan selama 10 menit kemudian diinkubasi pada suhu 25°C selama 24 jam. Aktivitas lisozim (LA) diamati dengan mengukur diameter zona hambat yang terbentuk. Pengamatan dilakukan sehari setelah pengambilan sampel darah pada hari ke- 1, 3, 5 dan 7. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$LA (mm) = \frac{\text{Diameter zona plasma sampel darah}}{\text{Diameter zona kontrol}}$$

b. Sintasan Pasca Pemberian WSSV

Ujiantang adalah infeksi virus WSSV (*white spot syndrome virus*) melalui metode injeksi pada kultivan yang telah diberi perlakuan melalui pemberian pakan yang mengandung ekstrak rumput laut *Halymenia durvillei*. Hari terbaik pasca pengukuran imunitas dilakukan ujiantang WSSV (*white spot syndrome virus*) setelah injeksi virus, maka kelangsungan hidup udang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Daniels, et al., 2010):

$$\text{Kelangsungan Hidup (SR)} = \frac{\text{Jumlah udang hidup akhir pengamatan}}{\text{Jumlah udang hidup awal pengamatan}} \times 100\%$$

8. Analisis Statistik

Data responn imun aktivitas lisozime dan sintasan yang di peroleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (Anova) pada selang kepercayaan 95% ($\alpha=0.05$). Bila terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan, maka dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan uji W-Tukey.

IV. HASIL

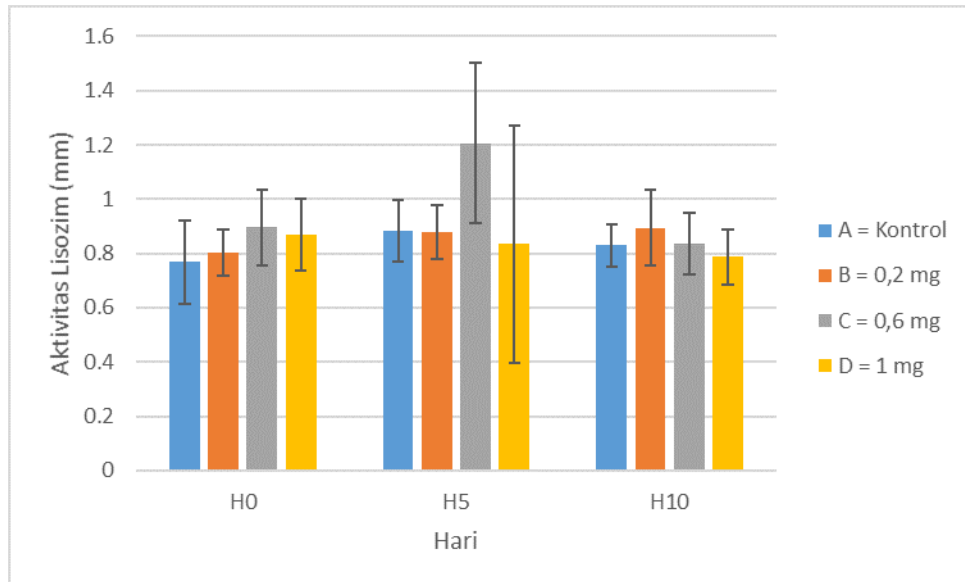
A. Aktivitas Lisozim (LA)

Data hasil pengamatan aktivitas lisozim pada udang vaname (*Penaeus vannamei*) untuk setiap udang yaitu udang yang telah di beri pakan ekstrak rumput laut *Halymenia durvillei* dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4 dibawah ini.

Tabel 4. Tabel Aktivitas Lisozim (LA) Udang Vaname (*Penaeus vannamei*) setelah pemberian pakan yang mengandung ekstrak *Halymenia durvillei*

		B (0.2 mg)
		0.80±0.08
HARI 0	A (Kontrol)	C (0.6 mg)
		0.76±0.15
		0.89±0.13
		D (1 mg)
		0.87±0.13
		B (0.2 mg)
		0.88±0.09
HARI 5	A (Kontrol) *	C (0.6 mg) *
		0.88±0.11
		1.20±0.29
		D (1 mg)
		0.83±0.43
		B (0.2 mg)
		0.89±0.13
HARI 10	A (Kontrol)	C (0.6 mg)
		0.82±0.07
		0.83±0.11
		D (1 mg)
		0.78±0.10

Ket : Hasil dengan notasi bintang menunjukkan perbedaan yang nyata (p<0,05)



Gambar 4. Data Aktivitas Lisozim (LA) Udang Vaname (*Penaeus vannamei*) setelah pemberian pakan yang mengandung ekstrak *Halymenia durvillei*.

Hasil uji perbandingan aktivitas lisozim antara perlakuan A (Kontrol) dengan masing- masing dosis perlakuan yaitu B (0,2 mg), C (0,6 mg), dan D (1 mg) menunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) antara perlakuan A (Kontrol) dengan perlakuan C (0,6 mg) di hari ke 0 dan hari ke 5 setelah pemberian pakan berekstrak, sedangkan pada perlakuan B (0,1 mg) dan perlakuan D (1 mg) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) terhadap perlakuan A (Kontrol). Aktivitas lisozim yang di uji di temukan pada udang yang mengandung ekstrak *Halyemnia durvillei* di hari kelima dengan dosis 0,6 mg.

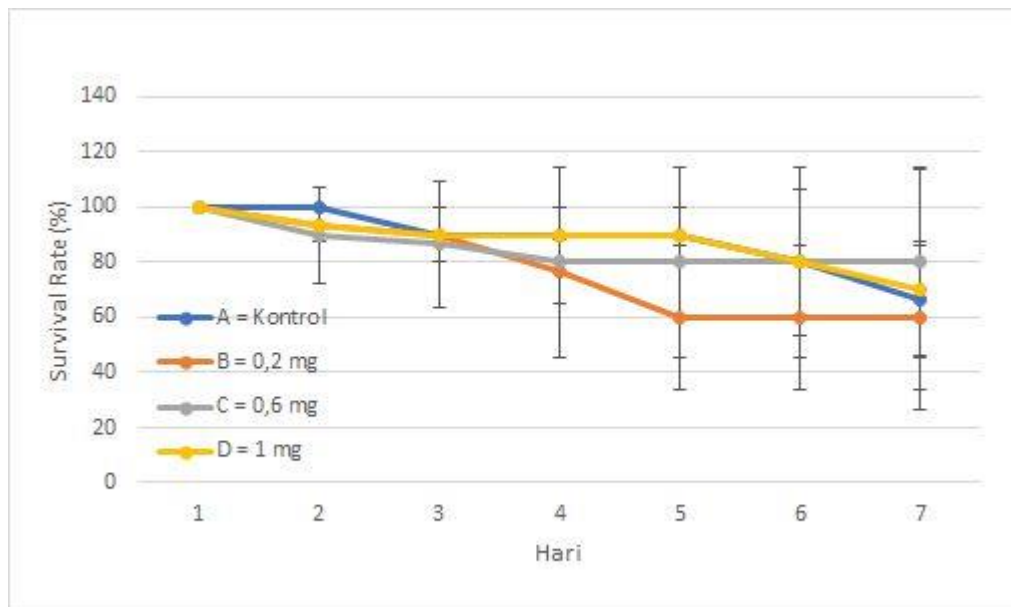
B. Survival Rate (SR) Pasca Uji Tantang

Data hasil pengamatan *survival rate* (SR) pada udang vaname (*Penaeus vannamei*) untuk setiap udang yaitu udang yang telah di beri pakan ekstrak rumput laut *Halymenia durvillei* dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5 dibawah ini.

Tabel 5. Tabel persentase (%) Survival Rate (SR) pada udang vaname (*Penaeus vannamei*) setelah diuji tantang dengan WSSV.

Perlakuan	Survival Rate Setelah Uji Tantang (%)
A (Kontrol)	88.09±16.31
B (0.2 mg)	77.14±22.40 ^a
C (0.6 mg)	85.2381±24.82318 ^a
D (1 mg)	87.6190±19.46915 ^a

Ket : Hasil dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)



Gambar 5. Grafik persentase (%) *Survival Rate* (SR) pada udang vaname (*Penaeus vannamei*) setelah diuji tantang dengan WSSV

Hasil analisis data menggunakan one way anova menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$) antara perlakuan kontrol (A) dan perlakuan (B), (C) dan (D) pada udang yang diberikan pakan mengandung ekstrak

rumput laut *halymenia durvelli*. Uji lanjut tidak di lakukan karena tidak adanya terlihat pengaruh yang signifikan setelah dilakukan pengolahan data.

V. PEMBAHASAN

A. Aktivitas Lisozim (LA)

Lisozim merupakan suatu senyawa protein yang mengandung antibiotik yang dapat menghancurkan beberapa bakteri, sehingga dapat membantu untuk mencegah terjadinya kerusakan yang dikarenakan oleh aktivitas bakteri (Supardi & Suryani, n.d.). Fungsi aktivitas lisozim adalah sebagai faktor pertahanan utama dari imunitas humoral dalam mekanisme pertahanan seluler dan kemampuannya memecah dinding sel patogen membuat lisozim melawan mikroorganisme berbahaya seperti parasite, bakteri, dan virus secara alami (Harikrishnan et al., 2011). Adapun zat aktif yang terdapat pada ekstrak rumput laut yang mendukung dalam melawan infeksi virus yaitu memiliki kandungan polisakarida sebagai sumber agen antivirus dan juga karagenan merupakan polisakarida tersulfasi anionik (Sps) yang terdapat pada alga merah yang bekerja dengan menghambat pengikatan atau masuknya virus kedalam sel inang (Ahmadi et al., 2015).

Hasil uji perbandingan aktivitas lisozim antara perlakuan A (Kontrol) dengan masing-masing dosis perlakuan yaitu B (0,2 mg), C (0,6 mg), dan D (1 mg) menunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) pada aktivitas lisozim antara perlakuan A (Kontrol) dengan perlakuan C (0,6 mg) di hari ke 0 dan hari ke 5 setelah pemberian pakan berekstrak, sedangkan pada perlakuan B (0,1 mg) dan perlakuan D (1 mg) tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$) terhadap perlakuan A (Kontrol).

Bahwa Uji *W-Tukey* dilakukan untuk melihat hari terbaik dari dosis yang berpengaruh nyata terhadap kontrol yaitu perlakuan C (0,6 mg) pada ke hari ke 0 dan hari ke 5. Hasil uji perbandingan menunjukkan hari terbaik aktivitas lisozim pada hari ke 5 yaitu pada perlakuan C (0,6mg). Hal ini menunjukkan adanya peningkatan aktivitas lisozim pada dosis tertentu yang diberikan pada udang. Penelitian Ramadan (2022) juga menemukan adanya pengaruh *Halymenia durvillei* dengan metode injeksi dalam meningkatkan aktivitas lisozim udang vaname (*Penaeus vannamei*) pada hari ke 5 dan ke 7. Lisozim memiliki peran penting dalam sistem imunitas non spesifik udang tepatnya dalam mekanisme pertahanan humoral karena membantu dalam melisis dinding sel bakteri, merangsang terjadinya fagositosis dan membantu dalam melawan mikroorganisme berbahaya seperti virus, jamur dan bakteri secara alami. Interaksi antara lisozim dan molekul DNA dapat mengganggu replikasi DNA, memodulasi

ekspresi gen, dan menghambat mekanisme pertahanan humoral dan perlindungan terhadap infeksi virus. Fungsi aktivitas lisozim adalah sebagai faktor pertahanan utama dari imunitas humoral dalam mekanisme pertahanan seluler dan kemampuannya memecah dinding sel patogen membuat lisozim melawan mikroorganisme berbahaya seperti parasite, bakteri, dan virus secara alami (Harikrishnan et al., 2011).

Sistem imun pada udang juga berkaitan dengan respon ketahanan tubuh udang dalam menghadapi penyakit. Pengaplikasian dari ekstrak rumput laut pada rumput laut merah *Laurencia* sp. yang diinjeksi pada udang windu (*P. Monodon*) memberikan mekanisme pertahanan tubuh yang lebih baik yaitu meningkat pada dosis 0,6 mg di hari ke 3 dan mengalami penurunan pada hari ke 5 pada setiap perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan ekstrak rumput laut *Laurencia* sp. mampu memberikan proteksi atau perlindungan pada udang windu terhadap serangan infeksi penyakit dan virus (Weldayanti, 2022). Hasil penelitian (Burtin *et al.*, 2006) menunjukkan bahwa karatoneid pada rumput laut merupakan antioksidan yang dapat berfungsi untuk melindungi berbagai macam penyakit dan stres. Penyakit WSSV dapat menyebabkan kerusakan yang parah hingga mortalitas yang dapat mencapai 100% dalam waktu 3-4 hari (Farida, 2019),

Perubahan tingkah laku pada udang terlihat dari pergerakan yang lemah dan cenderung berdiam diri di dasar wadah, udang menjadi kurang nafsu makan, sesekali udang berenang miring dan berputar pada dasar dan kolom air. Pemanfaatan lisozim agar dapat bekerja dengan efektif pada bakteri gram negatif, maka lisozim ditumbuhkan dengan bahan perusak membran seperti detergen dan chelator (Melani et al., n.d., 2013).

B. Survival Rate (SR) Pasca Uji Tantang

Udang yang telah diinjeksikan *White Spot Syndrome Virus* untuk uji tantang menunjukkan perbedaan secara klinis dibandingkan pada saat sebelum uji tantang. Secara klinis terlihat perubahan morfologi dan tingkah laku pada udang. Menurut (Latritiani, 2017) udang yang terinfeksi WSSV mengalami perubahan tingkah laku seperti aktifitas berenang dimana udang berenang tidak terarah, berenang hanya pada satu sisi, terlihat lemas dan kurang nafsu makan. Pada tahap awal infeksi, udang yang mati terlihat berwarna kemerahan karena adanya perluasan *chromatophore*. Tingkat mortalitas tertinggi pada udang yang terinfeksi

dapat terjadi dalam beberapa hari bersamaan dengan munculnya perubahan tingkah laku pada udang. Setelah beberapa hari pasca injeksi, udang terlihat berwarna kemerahan pada bagian dorsal hingga abdomen pada ruas pertama hingga ketiga, selain itu pada beberapa udang yang mati juga terlihat bagian kulit yang berwarna hitam dan tubuh yang masih lunak, akan tetapi tidak ditemukan udang berbintik putih yang merupakan gejala klinis khas dari penyakit White Spot Syndrome Virus.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa udang yang telah diberikan pakan dengan kandungan ekstrak rumput laut *Halymenia durvillei*, yang kemudian di uji tantang dengan *WhiteSpot Syndrome Virus* tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($p>0,05$) terhadap kelangsungan hidup udang (*survival rate*). Hal ini kemungkinan diduga disebabkan karena kurang optimalnya dosis ekstrak rumput laut dan lama waktu pemberian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kurniawati, (2017) yang memperlihatkan bahwa efektifitas imunostimulan pada ikan yang diberikan *Gracilarilaria sp* dipengaruhi oleh dosis dan lama waktu pemberian.

White Spot merupakan salah satu penyakit yang menyerang udang vaname yang disebabkan oleh *White Spot Syndrom Virus* (WSSV). Virus ini dapat menyebabkan kematian hingga 100% pada hari ke dua sampai hari ke sepuluh penyerangan (Wang, et al. 2007).

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian pakan yang mengandung ekstrak rumput laut *Halymenia durvillei* dengan dosis 0,6 mg pada hari ke 0 dan ke 5 mampu meningkatkan aktivitas lisozim pada udang Vaname (*Penaeus vannamei*). Aktifitas Lisozim tertinggi ditemukan pada udang yang diberi pakan rumput laut *Halymenia durvillei* dengan dosis 0.6 mg pada hari ke 5.
2. Pemberian pakan yang mengandung ekstrak rumput laut *Halymenia durvillei* tidak mampu meningkatkan ketahanan tubuh (*Survival rate*) terhadap penyakit WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) pada udang vaname (*Penaeus vannamei*).

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, dibutuhkan penelitian lanjutan tentang dosis dan lama pemberian pakan yang mengandung ekstrak rumput laut *Halymenia durvillei* yang lebih bervariasi terhadap ketahanan tubuh udang Vaname yang berbeda dengan yang telah dicobakan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin, A., Simanjuntak, R. F., & Jumsan, J. (2020). *Modifikasi Pakan Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu (Penaeus monodon)*. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 37(3), 168–174. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2020.37.3.1225>
- Dangeubun, J., Andayani, S., & Risjani, Y. (2013). *The Use of Active Compound in the Methanol Extract of Alstonia Acuminata for the Improvement of Non-Specific Immune System in Tiger Grouper (Epinephelus Fuscoguttatus)*. *Journal of Biology and Life Science*, 4(2), 167–179. <https://doi.org/10.5296/jbls.v4i2.3682>
- Darwanti, K., Sidik, R., & Mahasri, G. (2016). *Efisiensi Penggunaan Immunostimulan dalam Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan, Respon Imun dan Kelulushidupan Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(2), 123. <https://doi.org/10.20473/jbp.v18i2.2016.123-139>
- Declarador, R. S., Serrano, A. E., & Corre, V. L. (2014). *Ulvan extract acts as immunostimulant against white spot syndrome virus (WSSV) in juvenile black tiger shrimp Penaeus monodon*. *AACL Bioflux*, 7(3), 153–161.
- Diansyah, S., Kusumawati, I., & Hardinata, F. (2018). *Inventarisasi Jenis-Jenis Makroalga Di Pantai Lhok Bubon Kecamatan Samatiga Kabupaten Aceh Barat*. *JURNAL PERIKANAN TROPIS*, 5(1), 93. <https://doi.org/10.35308/jpt.v5i1.1029>
- Gunawan, G., & Khalil, M. (2015). *Analisa Proksimat Formulasi Pakan Pelet dengan Penambahan Bahan Baku Hewani yang Berbeda*. *Acta Aquatica*, 2(1), 23–30.
- Ismawati, I., Destryana, R. A., & Huzaimah, N. (2019). *Imunitas Udang Vanname (Litopenaeus vannamei) Yang Diberi Pakan Tambahan Daun Kasembukan (Paederia foetida Linn.)*. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 12(2), 201–206. <https://doi.org/10.21107/jk.v12i2.5998>
- Jasmanindar, Y., Sukenda, S., Zairin, M. J., Alimuddin, A., & Utomo, N. B. P. (2018). *Dietary administration of Gracilaria verrucosa extract on Litopenaeus vannamei immune response, growth, and resistance to Vibrio harveyi*. 11(4), 1069–1080.
- Kurniawan, M. H., Putri, B., & Elisdiana, Y. (2018). *Efektivitas Pemberian Bakteri Bacillus polymyxa Melalui Pakan Terhadap Imunitas Non Spesifik Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 7(1), 739. <https://doi.org/10.23960/jrtbp.v7i1.p739-750>
- Latritiani, D. S. (2017). *KEBERADAAN White Spot Syndrome Virus (WSSV) PADA UDANG VANNAMEI (Litopenaeus vannamei) DI PERTAMBAKAN KOTA PEKALONGAN*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3), 276–283.
- Melani, D., Eka Radiati, L., & Imam Thohari, dan. (n.d.). *THE ADDITION OF EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid) WITH EGG WHITE LYSOZYME*

EXTRACTS AS THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY ON Salmonella sp and Staphylococcus aureus.

- Moniung, P., Singkoh, M., & Butarbutar, R. (2022). *Potensi Alga Halymenia durvillei Sebagai Sumber Antioksidan Alami. JURNAL BIOS LOGOS*, 12(1), 39. <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i1.36721>
- Mulyadi, Nur, I., & Iba, W. (2020). *Efficacy of Seaweed (Sargassum sp.) Extract to Prevent Vibriosis in White Shrimp (Litopenaeus vannamei) Juvenile. International Journal of Zoological Research*, 16(1), 1–11. <https://doi.org/10.3923/ijzr.2020.1.11>
- Noviantari, N. P., Suhendra, L., & Wartini, N. M. (2017). *Pengaruh Ukuran Partikel Bubuk Dan Konsentrasi Pelarut Aseton Terhadap Karakteristik Ekstrak Warna Sargassum polycystum. Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 102–112.
- Rahi, M. L., Sabbir, W., Salin, K. R., Aziz, D., & Hurwood, D. A. (2022). *Physiological, biochemical and genetic responses of black tiger shrimp (Penaeus monodon) to differential exposure to white spot syndrome virus and Vibrio parahaemolyticus. Aquaculture*, 546(July 2021), 737337. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737337>
- Rahman, R., Lahming, L., & Fadilah, R. (2018). *EVALUASI KOMPONEN GIZI PADA PAKAN UDANG FERMENTASI. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4(2), 101. <https://doi.org/10.26858/jptp.v4i2.6617>
- Rula, N. A. M., Ganzon-Fortes, E. T., Pante, M. J. R., & Trono, G. C. (2021). *Influence of light, water motion, and stocking density on the growth and pigment content of Halymenia durvillei (Rhodophyceae) under laboratory conditions. Journal of Applied Phycology*, 33(4), 2367–2377. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02474-4>
- Scabra, A. R., Marzuki, M., Cokrowati, N., Setyono, B. D. H., & Mulyani, L. F. (2021). *PENINGKATAN KELARUTAN KALSIUM MELALUI PENAMBAHAN DAUN KETAPANG Terminalia catappa PADA MEDIA AIR TAWAR BUDIDAYA UDANG VANNAMEI Litopennaeus vannamei. Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 35–49. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.250>
- Sinurat, E., & Kusumawati, R. (2017). *Optimasi Metode Ekstraksi Fukoidan dari Rumput Laut Cokelat Sargassum binderi Sonder. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. JPB Kelautan Dan Perikanan*, 12(2), 125–134.
- Sirirustananun, N., Chen, J., Lin, Y., Yeh, S., Liou, C., Chen, L., Sing, S., & Li, S. (2011). *Fish & Shellfish Immunology Dietary administration of a Gracilaria tenuistipitata extract enhances the immune response and resistance against Vibrio alginolyticus and white spot syndrome virus in the white shrimp Litopenaeus vannamei. Fish and Shellfish Immunology*, 31(6), 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2011.07.025>
- Srisapoome, P., Hamano, K., Tsutsui, I., & Iiyama, K. (2018). *Immunostimulation and yellow head virus (YHV) disease resistance induced by a lignin-based pulping by-product in black tiger shrimp (Penaeus monodon Linn.). Fish and*

Shellfish Immunology, 72(November 2017), 494–501.
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.11.037>

- Supardi, R., & Suryani, L. (n.d.). *EFEKTIFITAS LISOZIM PADA PENURUNAN KADAR HAMBAT MINIMUM SEFADROKSIL TERHADAP Staphylococcus aureus* *LYSOZYME EFFECTIVENESS IN DECREASED LEVELS OF MINIMUM INHIBITORY CEFADROXIL Staphylococcus aureus*.
- Susilo, A., Martuti, N. K. T., & Setiati, N. (2018). *Keanekaragaman Jenis Ektoparasit pada Udang Windu di Tambak Desa Langgenharjo Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati*. 7(1), 1–8.
- Tassakka, A. C. M. A. R., Sumule, O., Massi, M. N., Sulfahri, Manggau, M., Iskandar, I. W., Alam, J. F., Permana, A. D., & Liao, L. M. (2021). *Potential bioactive compounds as SARS-CoV-2 inhibitors from extracts of the marine red alga Halymenia durvillei (Rhodophyta) – A computational study*. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(11), 103393.
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103393>
- Widyantoko, W., Pinandoyo, & Herawati, V. E. (2015). *Optimalisasi Penambahan Tepung Rumput Laut Coklat (Sargassum sp.) Yang Berbeda Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Juvenil Udang Widi (Penaeus monodon)*. 4(2), 9–17.
- Wijesekara, I., Pangestuti, R., & Kim, S. K. (2011). *Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae*. In *Carbohydrate Polymers* (Vol. 84, Issue 1, pp. 14–21). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.10.062>
- Yeh, S. T., & Chen, J. C. (2008). *Immunomodulation by carrageenans in the white shrimp Litopenaeus vannamei and its resistance against Vibrio alginolyticus*. *Aquaculture*, 276(1–4), 22–28.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.01.034>
- Zahra, A., Sukenda, S., & Wahjuningrum, D. (2017). *Extract of seaweed Gracilaria verrucosa as immunostimulant to controlling white spot disease in Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei* *Ekstrak rumput laut Gracilaria verrucosa sebagai imunostimulan untuk pengendalian penyakit white spot pada udang vana*. *Akuakultur Indonesia*, 16(2), 174–183.
<https://doi.org/10.19027/jai.16.2.174-183>
- Mai, W. J., dan Wang, W. N. 2010. *Protection of Blue Shrimp (Litopenaeus stylirostris) against the White Spot Syndrome Virus (WSSV) when Injected with Shrimp Lysozyme*. *Fish and Shellfish Immunology*. Vol 28 (4) : 727-733.
- Harikrishnan, R., Kim, J., Balasundaram, C., Heo, M. 2012. *Immunomodulatory effects of chitin and chitosan enriched diets in Epinephelus bruneus against Vibrio alginolyticus infection*. *Aquaculture* 326-329:46-52.
- Ahmadi, A., Moghadamtousi, S. Z., Abubakar, S., Zandi, K. 2015. *Antiviral Potential of Algae Polysaccharides Isolated from Marine Sources : A Review*. *Biomed Research International*.

Ismaningdyah, K., Maftuch., Anik Martinah., H. 2017. *Determetion Of Immunostilant Dose Range and The Best Soaking Time Durationto The Phenolic Crude Extract Before Aeromonas sp. Challenge Test Using LC50*

Lampiran 3. Data Mentah Aktivitas Lisozim (LA) H10 Setelah Injeksi Ekstrak

PERLAKUAN	ULANGAN 1				ULANGAN 2				ULANGAN 3					
	SAMPEL	DARAH	KONTROL (+)	LA	SAMPEL	DARAH	KONTROL (+)	LA	SAMPEL	DARAH	KONTROL (+)	LA		
A (Kontrol)	A1 (1)	14.0	14.7	0.95	A2 (1)	12.3	14.9	0.83	A3 (1)	11.5	15.7	0.73		
	A1 (2)	14.7	17.1	0.86	A2 (2)	15.0	17.3	0.87	A3 (2)	12.5	17.3	0.72		
	A1 (3)	13.1	14.3	0.92	A2 (3)	13.6	15.9	0.86	A3 (3)	14.1	15.6	0.90		
	A1 (4)	13.6	17.2	0.79	A2 (4)	13.9	15.1	0.92	A3 (4)	12.8	17.0	0.75		
	A1 (5)	12.5	16.3	0.77	A2 (5)	14.3	16.8	0.85	A3 (5)	11.7	16.3	0.72		
	RATA-RATA				0.86	RATA-RATA				0.86	RATA-RATA			
B (0,2 mg)	B1 (1)	15.7	17.0	0.92	B2 (1)	13.0	16.6	0.78	B3 (1)	13.0	15.6	0.83		
	B1 (2)	13.2	16.9	0.78	B2 (2)	13.7	17.8	0.77	B3 (2)	12.5	15.9	0.79		
	B1 (3)	14.3	15.6	0.92	B2 (3)	12.0	15.8	0.76	B3 (3)	14.2	16.1	0.88		
	B1 (4)	13.1	16.3	0.80	B2 (4)	14.5	16.9	0.86	B3 (4)	11.8	16.5	0.72		
	B1 (5)	15.3	16.1	0.95	B2 (5)	12.5	16.4	0.76	B3 (5)	13.5	15.9	0.85		
	RATA-RATA				0.88	RATA-RATA				0.79	RATA-RATA			
C (0,6 mg)	C1 (1)	14.8	12.7	1.17	C2 (1)	12.8	17.3	0.74	C3 (1)	12.0	15.5	0.77		
	C1 (2)	13.7	16.6	0.83	C2 (2)	13.2	16.0	0.83	C3 (2)	12.5	14.9	0.84		
	C1 (3)	13.6	14.8	0.92	C2 (3)	13.5	16.0	0.84	C3 (3)	12.0	16.3	0.74		
	C1 (4)	13.7	15.0	0.91	C2 (4)	12.1	17.3	0.70	C3 (4)	11.1	15.6	0.71		
	C1 (5)	15.3	17.1	0.89	C2 (5)	13.0	15.6	0.83	C3 (5)	12.5	15.4	0.81		
	RATA-RATA				0.94	RATA-RATA				0.79	RATA-RATA			
D (1 mg)	D1 (1)	12.2	15.9	0.77	D2 (1)	12.6	15.6	0.81	D3 (1)	12.5	17.3	0.72		
	D1 (2)	14.8	16.5	0.90	D2 (2)	9.5	15.7	0.61	D3 (2)	12.5	16.4	0.76		
	D1 (3)	14.4	15.9	0.91	D2 (3)	12.7	16.3	0.78	D3 (3)	12.3	15.0	0.82		
	D1 (4)	14.8	14.7	1.01	D2 (4)	12.6	16.0	0.79	D3 (4)	11.0	14.9	0.74		
	D1 (5)	10.6	16.9	0.63	D2 (5)	12.9	16.7	0.77	D3 (5)	9.4	13.8	0.68		
	RATA-RATA				0.84	RATA-RATA				0.75	RATA-RATA			

Lampiran 4. Data Deskriptif Aktivitas Lisozim (LA)

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Aktivitas Lisozim

Dosis Injeksi	Hari	Mean	Std. Deviation	N
A (Kontrol)	H0	.7687	.15343	15
	H5	.8840	.11488	15
	H10	.8293	.07796	15
	Total	.8273	.12607	45
B (0,2 mg)	H0	.8053	.08749	15
	H5	.8800	.09950	15
	H10	.8247	.06917	15
	Total	.8367	.09018	45
C (0,6 mg)	H0	.8973	.13936	15
	H5	1.2067	.29410	15
	H10	.8353	.11495	15
	Total	.9798	.25472	45
D (1 mg)	H0	.8707	.13253	15
	H5	.8340	.43876	15
	H10	.7800	.10488	15
	Total	.8282	.26788	45
Total	H0	.8355	.13723	60
	H5	.9512	.30693	60
	H10	.8173	.09386	60
	Total	.8680	.20903	180

Lampiran 5. Hasil Uji Normalitas Data Aktivitas Lisozim (LA) H0 Setelah Injeksi Ekstrak

Tests of Normality

	Dosis Ekstrak	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	.185	15	.178	.953	15	.572
	B = 0,2 mg	.124	15	.200*	.966	15	.790
	C = 0,6 mg	.136	15	.200*	.907	15	.121
	D = 1 mg	.250	15	.012	.816	15	.006

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 6. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan B (0,2 mg) H0 Setelah Injeksi Ekstrak

Group Statistics

	Dosis Ekstrak	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	15	.7687	.15343	.03962
	B = 0,2 mg	15	.8053	.08749	.02259

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
Aktivitas Lisozim	Equal variances assumed	1.474	.235	-.804	28	.428	-.03667	.04560	-.13008	.05675
	Equal variances not assumed			-.804	22.234	.430	-.03667	.04560	-.13119	.05785

Lampiran 7. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan C (0,6 mg) H0 Setelah Injeksi Ekstrak

Group Statistics

	Dosis Ekstrak	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	15	.7687	.15343	.03962
	C = 0,6 mg	15	.8973	.13936	.03598

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
Aktivitas Lisozim	Equal variances assumed	.007	.933	-2.404	28	.023	-.12867	.05352	-.23829	-.01904
	Equal variances not assumed			-2.404	27.745	.023	-.12867	.05352	-.23834	-.01900

Lampiran 8. Hasil Uji Man Whitney antara Perlakuan A (Kontrol) dan D (1 mg) H0 Setelah Injeksi Ekstrak

Ranks

	Dosis Ekstrak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	15	13.00	195.00
	D = 1 mg	15	18.00	270.00
	Total	30		

Test Statistics^a

	Aktivitas Lisozim
Mann-Whitney U	75.000
Wilcoxon W	195.000
Z	-1.558
Asymp. Sig. (2-tailed)	.119
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.126 ^b

a. Grouping Variable: Dosis Ekstrak

b. Not corrected for ties.

Lampiran 9. Hasil Uji Normalitas Data Aktivitas Lisozim (LA) H5 Setelah Injeksi Ekstrak

Tests of Normality

	Dosis Ekstrak	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	.138	15	.200 [*]	.929	15	.262
	B = 0,2 mg	.173	15	.200 [*]	.938	15	.358
	C = 0,6 mg	.217	15	.055	.840	15	.013
	D = 1 mg	.151	15	.200 [*]	.961	15	.716

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 10. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan B (0,2 mg) H5 Setelah Injeksi Ekstrak

Group Statistics

	Dosis Ekstrak	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	15	.8840	.11488	.02966
	B = 0,2 mg	15	.8800	.09950	.02569

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
Aktivitas Lisozim	Equal variances assumed	.117	.734	.102	28	.920	.00400	.03924	-.07638	.08438
	Equal variances not assumed			.102	27.441	.920	.00400	.03924	-.07645	.08445

Lampiran 11. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan C (0,6 mg) H5 Setelah Injeksi Ekstrak

Group Statistics

	Dosis Ekstrak	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	15	.8840	.11488	.02966
	C = 0,6 mg	15	1.2067	.29410	.07594

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
Aktivitas Lisozim	Equal variances assumed	12.090	.002	-3.958	28	.000	-.32267	.08152	-.48966	-.15567
	Equal variances not assumed			-3.958	18.175	.001	-.32267	.08152	-.49382	-.15151

Lampiran 12. Hasil Uji Man Whitney antara Perlakuan A (Kontrol) dan D (1 mg) H5 Setelah Injeksi Ekstrak

Ranks

	Dosis Ekstrak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	15	17.80	267.00
	D = 1 mg	15	13.20	198.00
	Total	30		

Test Statistics^a

	Aktivitas Lisozim
Mann-Whitney U	78.000
Wilcoxon W	198.000
Z	-1.433
Asymp. Sig. (2-tailed)	.152
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.161 ^b

a. Grouping Variable: Dosis Ekstrak

b. Not corrected for ties.

Lampiran 13. Hasil Uji Normalitas Data Aktivitas Lisozim (LA) H10 Setelah Injeksi Ekstrak

Tests of Normality

	Dosis Ekstrak	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	.138	15	.200 [*]	.929	15	.262
	B = 0,2 mg	.173	15	.200 [*]	.938	15	.358
	C = 0,6 mg	.217	15	.055	.840	15	.013
	D = 1 mg	.151	15	.200 [*]	.961	15	.716

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 14. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan B (0,2 mg) H10 Setelah Injeksi Ekstrak

Group Statistics					
	Dosis Ekstrak	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	15	.8293	.07796	.02013
	B = 0,2 mg	15	.8247	.06917	.01786

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
Aktivitas Lisozim	Equal variances assumed	.362	.552	.173	28	.864	.00467	.02691	-.05046	.05979
	Equal variances not assumed			.173	27.608	.864	.00467	.02691	-.05049	.05982

Lampiran 15. Hasil Uji Man Whitney antara Perlakuan A (Kontrol) dan C (0,6 mg) H10 Setelah Injeksi Ekstrak

Ranks				
	Dosis Ekstrak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aktivitas Lisozim	A = Kontrol	15	16.27	244.00
	C = 0,6 mg	15	14.73	221.00
	Total	30		

Test Statistics^a

Aktivitas Lisozim	
Mann-Whitney U	101.000
Wilcoxon W	221.000
Z	-.478
Asymp. Sig. (2-tailed)	.633
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.653 ^b

a. Grouping Variable: Dosis Ekstrak

b. Not corrected for ties.

Lampiran 16. Hasil Uji Independent T Test antara Perlakuan A (Kontrol) dan D (1 mg) H10 Setelah Injeksi Ekstrak

Group Statistics

Aktivitas Lisozim	Dosis Ekstrak	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
	A = Kontrol		15	.8293	.07796
D = 1 mg		15	.7800	.10488	.02708

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	
Aktivitas Lisozim	Equal variances assumed	.170	.683	1.462	28	.155	.04933	.03374	Lower	Upper
	Equal variances not assumed				1.462	25.853	.156	.04933	.03374	-.02004

Lampiran 17. Data Mentah Jumlah Udang Hidup Setelah Uji Tantang.

KOLAM	AWAL	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
A1	10	10	10	8	8	8	5	5
A2	10	10	10	10	10	10	10	6
A3	10	10	10	9	9	9	9	9
B1	10	10	10	9	7	5	5	5
B2	10	10	9	9	7	4	4	4
B3	10	10	9	9	9	9	9	9
C1	10	10	10	10	10	10	10	10
C2	10	10	7	6	4	4	4	4
C3	10	10	10	10	10	10	10	10
D1	10	10	9	8	8	8	5	2
D2	10	10	9	9	9	9	9	9
D3	10	10	10	10	10	10	10	10

Lampiran 18. Data Survival Rate (SR) Setelah Uji Tantang

KOLAM	AWAL	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
A1	10	100.00	100.00	80.00	80.00	80.00	50.00	50.00
A2	10	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	60.00
A3	10	100.00	100.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
B1	10	100.00	100.00	90.00	70.00	50.00	50.00	50.00
B2	10	100.00	90.00	90.00	70.00	40.00	40.00	40.00
B3	10	100.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
C1	10	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
C2	10	100.00	70.00	60.00	40.00	40.00	40.00	40.00
C3	10	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
D1	10	100.00	90.00	88.89	100.00	100.00	62.50	40.00
D2	10	100.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
D3	10	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Lampiran 19. Data Deskriptif Survival Rate (SR)

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Survival Rate

Dosis	Hari	Mean	Std. Deviation	N
Kontrol	H1	100.0000	.00000	3
	H2	100.0000	.00000	3
	H3	90.0000	10.00000	3
	H4	90.0000	10.00000	3
	H5	90.0000	10.00000	3
	H6	80.0000	26.45751	3
	H7	66.6667	20.81666	3
	Total	88.0952	16.31534	21
0,2 mg	H1	100.0000	.00000	3
	H2	93.3333	5.77350	3
	H3	90.0000	.00000	3
	H4	76.6667	11.54701	3
	H5	60.0000	26.45751	3
	H6	60.0000	26.45751	3
	H7	60.0000	26.45751	3
	Total	77.1429	22.39260	21
0,6 mg	H1	100.0000	.00000	3
	H2	90.0000	17.32051	3
	H3	86.6667	23.09401	3
	H4	80.0000	34.64102	3
	H5	80.0000	34.64102	3
	H6	80.0000	34.64102	3
	H7	80.0000	34.64102	3
	Total	85.2381	24.82318	21
1 mg	H1	100.0000	.00000	3
	H2	93.3333	5.77350	3
	H3	90.0000	10.00000	3
	H4	90.0000	10.00000	3
	H5	90.0000	10.00000	3
	H6	80.0000	26.45751	3
	H7	70.0000	43.58899	3
	Total	87.6190	19.46915	21
Total	H1	100.0000	.00000	12
	H2	94.1667	9.00337	12
	H3	89.1667	11.64500	12
	H4	84.1667	17.81640	12
	H5	80.0000	23.35497	12
	H6	75.0000	26.11165	12
	H7	69.1667	28.74918	12
	Total	84.5238	21.07958	84

Lampiran 20. Hasil Uji Normalitas Data Survival Rate (SR)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Survival Rate	Dosis	Hari
N		84	84	84
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	84.5238	2.50	4.00
	Std. Deviation	21.07958	1.125	2.012
Most Extreme Differences	Absolute	.305	.172	.126
	Positive	.231	.172	.126
	Negative	-.305	-.172	-.126
Test Statistic		.305	.172	.126
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 ^c	.000 ^c	.002 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Lampiran 21. Hasil Uji Homogenitas Data Survival Rate (SR)

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Survival Rate

F	df1	df2	Sig.
4.557	27	56	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Dosis + Hari

Lampiran 22. Hasil One Way Anova Data Survival Rate (SR)

ANOVA

Survival Rate

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1623.810	3	541.270	1.228	.305
Within Groups	35257.143	80	440.714		
Total	36880.952	83			