

**BIOENKAPSULASI ALGINAT *Sargassum* sp. MELALUI *Artemia* sp.
UNTUK MENCEGAH INFEKSI BAKTERI *Vibrio parahaemolyticus* PADA
BENIH IKAN KAKAP PUTIH *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)**

SKRIPSI

Oleh

**AMALIAN RAMADHANI DINANTYA
NPM 1914111046**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**BIOENKAPSULASI ALGINAT *Sargassum* sp. MELALUI *Artemia* sp.
UNTUK MENCEGAH INFEKSI BAKTERI *Vibrio parahaemolyticus* PADA
BENIH IKAN KAKAP PUTIH *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)**

Oleh

AMALIAN RAMADHANI DINANTYA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2025**

ABSTRAK

BIOENKAPSULASI ALGINAT *Sargassum* sp. MELALUI *Artemia* sp. UNTUK MENCEGAH INFEKSI BAKTERI *Vibrio parahaemolyticus* PADA BENIH IKAN KAKAP PUTIH *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)

Oleh

AMALIAN RAMADHANI DINANTYA

Kualitas benih menentukan keberhasilan budi daya ikan kakap putih (*Lates calcarifer*). Namun, penyakit dan masih lemahnya respon imun benih menjadi salah satu ancaman dalam produksi benih kakap putih yang berkualitas sehingga peningkatan respon imun pada benih sangat diperlukan. Salah satu imunostimulan yang dapat meningkatkan respon imun ikan adalah rumput laut *Sargassum* sp. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh enkapsulasi imunostimulan alginat *Sargassum* sp. pada *Artemia* sp. terhadap ketahanan tubuh benih ikan kakap putih yang terinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan, yaitu: (A) kontrol, (B) *Artemia* sp. + alginat *Sargassum* sp. 12ml/L, (C) *Artemia* sp. + alginat *Sargassum* sp. 24ml/L, dan (D) *Artemia* sp. + alginat *Sargassum* sp. 36ml/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioenkapsulasi alginat *Sargassum* sp. melalui *Artemia* sp. dengan dosis 36ml/L memberikan pengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap rerata waktu kematian benih ikan kakap putih dengan rerata waktu kematian mencapai 6 jam, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap tingkat kelangsungan hidup dan tingkat perlindungan relatif ikan kakap putih. Penggunaan alginat *Sargassum* sp. yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. sebagai imunostimulan dapat diterapkan dalam budi daya ikan dan udang.

Kata Kunci: *Artemia* sp., Bioenkapsulasi, Kakap putih, Natrium alginat, *Vibrio parahaemolyticus*

ABSTRACT

BIOENCAPSULATION OF ALGINATE *Sargassum* sp. THROUGH *Artemia* sp. TO PREVENT *Vibrio parahaemolyticus* BACTERIAL INFECTION IN WHITE SNAPPER *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)

By

AMALIAN RAMADHANI DINANTYA

Seed quality determines the success of white snapper (*Lates calcarifer*) cultivation. However, disease and weak immune responses in seeds are one of the threats to the production of high-quality white snapper seeds, so improving the immune response in seeds is essential. One immunostimulant that can enhance the immune response of fish is the seaweed *Sargassum* sp. This study aims to analyze the effect of encapsulating alginate *Sargassum* sp. alginate immunostimulant in *Artemia* sp. on the resistance of white snapper seeds infected with the bacterium *Vibrio parahaemolyticus*. This study used a completely randomized design (CRD) with four treatments and three replications, namely: (A) control, (B) *Artemia* sp. + alginate *Sargassum* sp. 12ml/L, (C) *Artemia* sp. + alginate *Sargassum* sp. 24ml/L, and (D) *Artemia* sp. + alginate *Sargassum* sp. 36ml/L. The results showed that bioencapsulation of alginate *Sargassum* sp. in *Artemia* sp. at a dose of 36 ml/L had a significant effect ($P < 0.05$) on the average time to death of white snapper larvae, with an average time to death of 6 hours, but did not have a significant effect ($P > 0.05$) on the survival rate and relative protection rate of white snapper. The use of *Sargassum* sp. alginate encapsulated in *Artemia* sp. as an immunostimulant can be applied in fish and shrimp farming.


Keywords: *Artemia* sp., Bioencapsulation, Sodium alginate, *Vibrio parahaemolyticus*, White snapper

Judul skripsi : BIOENKAPSULASI ALGINAT *Sargassum* sp.
MELALUI *Artemia* sp. UNTUK MENCEGAH
INFEKSI BAKTERI *Vibrio parahaemolyticus*
PADA BENIH IKAN KAKAP PUTIH *Lates
calcarifer* (Bloch, 1790)

Nama Mahasiswa : **Amalian Ramadhani Dinantya**
Nomor Pokok Mahasiswa : 1914111046
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

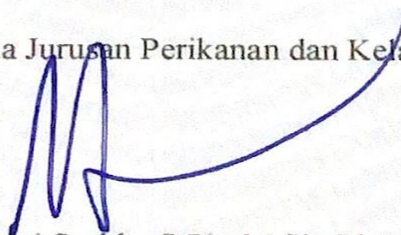


Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.
NIP. 198408052009121003



Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.
NIP. 199001282019032018

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

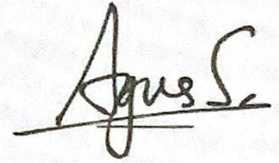


Munti Sarida, S.Pi., M.Si., Ph.D.
NIP. 198309232006042001


MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

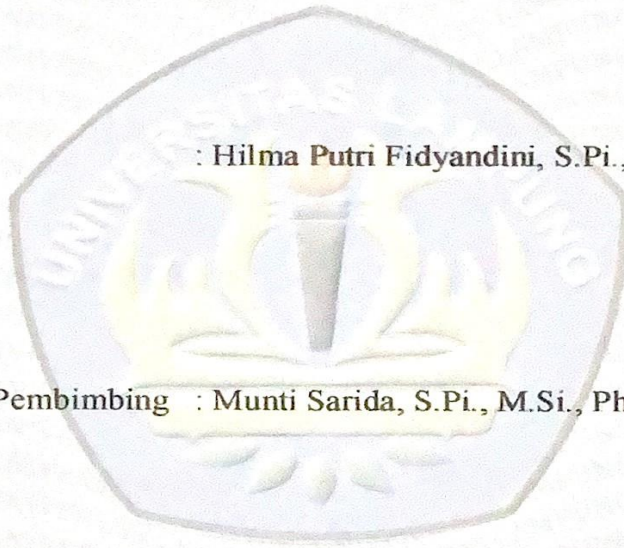
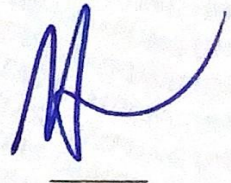
Ketua : Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.



Sekretaris : Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Munti Sarida, S.Pi., M.Si., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi: 18 Juni 2025

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 8 Desember 2000 di Bandar Lampung, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Nasrullah Arsyad dan Ibu Erdesi. Penulis menempuh pendidikan formal dari TK Islam Alina pada tahun 2003 – 2006, lalu melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Langkapura pada tahun 2006 – 2013, dilanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2013 – 2016, dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2016 – 2019.

Penulis kemudian melanjutkan pendidikan kejenjang perguruan tinggi di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2019. Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Sukaraja, Kecamatan Bumi Waras, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung selama 40 hari pada bulan Januari – Februari 2022. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM) Lampung pada bulan Juli-Agustus 2022.

Untuk kedua orang tua tercinta, Ayah Nasrullah Arsyad dan Ibu Erdesi yang selalu bekerja keras, senantiasa mendoakan dan memberikan yang terbaik untuk saya.

Adik-adikku, Nasti Zulhia Deswita dan M. Zulhan El Basya yang telah memberikan bantuan dan selalu menemani selama penelitian hingga penulisan skripsi. Semoga kita semua menjadi anak yang membanggakan kedua orang tua.

Sahabat-sahabat dan teman-teman yang selalu membantu, memberikan semangat, dukungan serta motivasi setiap harinya selama masa perkuliahan dan dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Tidak lupa kepada diri sendiri yang telah berjuang untuk bertahan hingga saat ini dan tidak pernah berhenti berusaha meyakinkan diri bahwa mampu menyelesaikan perkuliahan hingga akhir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi yang berjudul “Bioenkapsulasi Alginat *Sargassum* sp. Melalui *Artemia* sp. Untuk Mencegah Infeksi Bakteri *Vibrio parahaemolyticus* pada Benih Ikan Kakap Putih *Lates calcarifer* (Bloch, 1790)” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan FP Unila;
2. Munti Sarida, S.Pi. M.Sc. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan dan Penguji Utama;
3. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik;
4. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
5. Kedua orang tua, Bapak Nasrullah Arsyad dan Ibu Erdesi;
6. Pak Adhiet, Bu Istikomah, Pak Slamet beserta seluruh pegawai dan staf Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung;

Bandar Lampung, Agustus 2025

Amalian Ramadhani Dinantya

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat	4
1.4 Kerangka Pikir	4
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biologi Ikan Kakap Putih (<i>Lates calcarifer</i>)	7
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Kakap Putih	7
2.1.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Kakap Putih.....	8
2.1.3 Tingkah Laku dan Kebiasaan Makan Ikan Kakap Putih.....	9
2.1.4 Reproduksi, Siklus Hidup, dan Laju Pertumbuhan Ikan Kakap Putih.....	9
2.2 <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	10
2.3 Natrium Alginat	11
2.4 <i>Artemia</i> sp.....	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.1.1 Waktu Penelitian	14
3.1.2 Tempat Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat.....	14
3.2.1 Bahan	14
3.2.2 Alat	15
3.3 Rancangan Penelitian	16
3.4 Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1 Uji Pendahuluan	17
3.4.1.1 Uji FTIR.....	17
3.4.1.2 Uji LD50	18

3.4.2	Persiapan Wadah dan Hewan Uji	18
3.4.3	Ekstraksi Alginat	19
3.4.4	Penetasan dan Enkapsulasi <i>Artemia</i> sp.	19
3.4.5	Pemeliharaan Benih Ikan Kakap Putih	19
3.4.6	Uji Tantang	20
3.5	Parameter Penelitian.....	20
3.5.1	Gejala Klinis.....	21
3.5.2	Tingkat Kelangsungan Hidup	21
3.5.3	Tingkat Perlindungan Relatif	22
3.5.4	Rerata Waktu Kematian.....	22
3.5.5	Parameter Kualitas Air.....	22
3.6	Analisis Data	22
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1	Hasil	23
4.1.1	Uji FTIR.....	23
4.1.2	Uji LD50	25
4.1.3	Gejala Klinis.....	25
4.1.4	Tingkat Kelangsungan Hidup	27
4.1.5	Tingkat Perlindungan Relatif	27
4.1.6	Rerata Waktu Kematian.....	28
4.1.7	Parameter Kualitas Air.....	29
4.2	Pembahasan	30
V.	SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Saran.....	35
	DAFTAR PUSTAKA	36
	LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan penelitian.....	15
2. Alat penelitian.....	15
3. Hasil analisis gugus fungsi alginat.....	25
4. Gejala klinis ikan kakap putih pasca uji tantang.....	26
5. Parameter kualitas air pemeliharaan selama penelitian.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Morfologi ikan kakap putih (<i>Lates calcarifer</i>).....	7
3. Morfologi <i>Artemia</i> sp.	13
4. Tata letak wadah pemeliharaan.....	17
5. Pola FTIR dari sampel <i>Artemia</i> sp. yang direndam dalam alginat <i>Sargassum</i> sp. dengan lama waktu berbeda.....	24
6. Gejala klinis ikan kakap putih	26
7. Tingkat kelangsungan hidup ikan kakap putih	27
8. Tingkat perlindungan relatif ikan kakap putih	28
9. Rerata waktu kematian ikan kakap putih	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dosis uji tantang	43
2. Dokumentasi penelitian.....	44
3. Gejala klinis yang muncul pada ikan kakap putih selama masa uji tantang	45
4. Skoring gejala klinis pada benih ikan kakap putih selama masa uji tantang	46
5. Uji homogenitas.....	47
6. Uji normalitas.....	48
7. Uji ANOVA.....	49
8. Uji lanjut DUNCAN rerata waktu kematian	49
9. Pernyataan orisinalitas	50
10. Form masukan/saran penguji skripsi.....	51
11. Form bukti pengecekan kesesuaian skripsi	52
12. Form bukti pengecekan turnitin.....	53

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) adalah salah satu spesies ikan karang yang bernilai ekonomis penting. Kakap putih merupakan produk unggulan dalam sektor perikanan yang banyak dibudidayakan karena memiliki nilai jual yang cukup tinggi dan prospek menjanjikan. Angka permintaan yang tinggi di pasar domestik dan dunia membuat budi daya ikan kakap semakin terus ditingkatkan. Indonesia memiliki beberapa daerah yang menjadi sentra penghasil ikan kakap putih, baik dari hasil tangkapan maupun budi daya, antara lain yaitu Kepulauan Riau (Batam, Tanjung Pinang, Bintan), Kepulauan Meranti (Riau), Kabupaten Pangkep (Sulawesi Selatan), Demak (Jawa Tengah), dan Ambon (Maluku). Ekspor kakap Indonesia memberikan kontribusi cukup besar terhadap total nilai ekspor produk perikanan nasional. Pada tahun 2022, tercatat nilai produksi perikanan Indonesia pada komoditas ikan kakap sebesar 8.642 ton (KKP, 2024).

Budi daya ikan kakap sangat menguntungkan karena tingkat pertumbuhannya yang cukup cepat yaitu dapat dipanen setelah mencapai ukuran konsumsi dengan lama waktu pembesaran 6 – 12 bulan (Boonyaratpalin, 1997; Yue et al., 2009). Kelebihan lainnya adalah ikan ini dapat diproduksi secara massal, memiliki ketahanan tubuh yang baik dan mudah menyesuaikan diri dengan lingkungan. Melalui budi daya, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pasar yang terus meningkat dan membatasi kegiatan penangkapan dalam rangka menjaga keberadaan dan ketersediaan stok ikan kakap di alam. Namun demikian, semakin berkembangnya budi daya ikan kakap masih terus dihadapkan dengan berbagai tantangan, salah satu yang paling umum adalah timbul-

nya hama dan penyakit yang disebabkan oleh serangan parasit virus, bakteri, maupun jamur.

Vibrio parahaemolyticus adalah jenis bakteri yang sering menginfeksi ikan kakap terutama pada stadia larva sampai juvenil. Penyakit yang disebabkan oleh anggota genus *Vibrio* dari famili *Vibrionaceae* ini menyebabkan kerusakan sirip, luka seperti borok pada tubuh dan kemerahan pada mulut. *Vibrio parahaemolyticus* masih menjadi permasalahan utama pada budi daya ikan kakap karena dapat menyebabkan kematian mencapai 85 – 100% hanya dalam waktu dua minggu yang mengakibatkan turunnya produktivitas serta kerugian ekonomi yang besar bagi para pembudidaya dan industri akuakultur. Saat ini, usaha yang dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi penyakit pada ikan adalah dengan cara menjaga kualitas lingkungan budi daya, meningkatkan daya tahan tubuh ikan dan resistensinya terhadap serangan patogen melalui pemberian obat-obatan seperti antibiotik, vaksin, probiotik dan imunostimulan. Akan tetapi penggunaan antibiotik dan vaksin secara terus-menerus dapat mengakibatkan bakteri menjadi kebal terhadap antibiotik, selain itu juga dapat merusak lingkungan perairan serta meracuni ikan, sehingga penggunaan antibiotik menjadi tidak efektif (Irawan et al., 2003).

Upaya sederhana dan efisien yang bisa dilakukan untuk mencegah dan mengobati penyakit pada kakap putih antara lain dengan menggunakan bahan-bahan yang mengandung imunostimulan. Imunostimulan merupakan senyawa, obat, dan bahan yang merangsang sistem pertahanan non spesifik dan sistem imun spesifik ikan yang mampu mengendalikan penyakit, memperbaiki fungsi fagositosis, dan meningkatkan pertumbuhan. Imunostimulan dapat berupa vitamin, bahan herbal alami, dan ekstrak tanaman. *Sargassum* sp. menjadi salah satu jenis rumput laut yang menghasilkan alginat dalam jumlah yang cukup banyak dan dapat berperan sebagai immunostimulan. Alginat yang terkandung dalam *Sargassum* sp. teruji memiliki aktivitas sebagai agen antibakteri (Pakidi et al., 2017), antivirus (Yudiati et al., 2016), antioksidan (Heo et al., 2005) dan imunostimulan (Isnansetyo, 2014). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Setyawan (2021), penggunaan alginat *Sargassum* sp. sebagai imunostimulan alami pada udang vaname dengan dosis

berbeda memberikan pengaruh terhadap rerata waktu kematian ikan pada dosis 2 g/kg pakan. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Darmawan (2023), menunjukkan bahwa penggunaan alginat *Sargassum* sp. sebanyak 2 g/kg pakan mampu meningkatkan ketahanan tubuh udang vaname yang diinfeksi WSSV berdasarkan rerata waktu kematian udang yang secara signifikan lebih lama dibandingkan perlakuan lainnya. Spesies lain alga coklat dari perairan pantai Indonesia yang berpotensi untuk diolah menjadi alginat adalah *Turbinaria* sp., *Hormophysa* sp. dan *Padina* sp. (Rasyid, 2003).

Aplikasi alginat *Sargassum* sp. dalam bidang perikanan sudah banyak digunakan untuk meningkatkan kekebalan tubuh ikan dan udang. Penggunaan alginat sebagai bahan tambahan pada pakan dapat dilakukan dengan cara bioenkapsulasi melalui pakan hidup sebagai perantaranya. Bioenkapsulasi adalah proses peningkatan nilai nutrisi organisme sebagai pakan hidup dengan memberi makan atau memasukkan berbagai jenis nutrisi ke dalamnya baik secara oral atau melalui fagositosis, pinositosis, dan endositosis. Beberapa organisme pakan hidup yang umum seperti larva *Artemia* sp., *Daphnia* sp., *Moina* sp., dan *Chironomus* sp. menjadi kapsul hidup yang dapat digunakan sebagai perantara yang memungkinkan untuk mengirimkan berbagai zat seperti probiotik, nutrisi, dan lain-lain (Cappellaro et al., 1993). Pengkayaan *Artemia* sp. telah diterapkan secara luas pada pembenihan ikan dan krustasea di seluruh dunia untuk meningkatkan nilai gizinya. *Artemia* sp. merupakan salah satu pakan alami terbaik karena memiliki kandungan protein yang sangat tinggi.

1.2 Tujuan

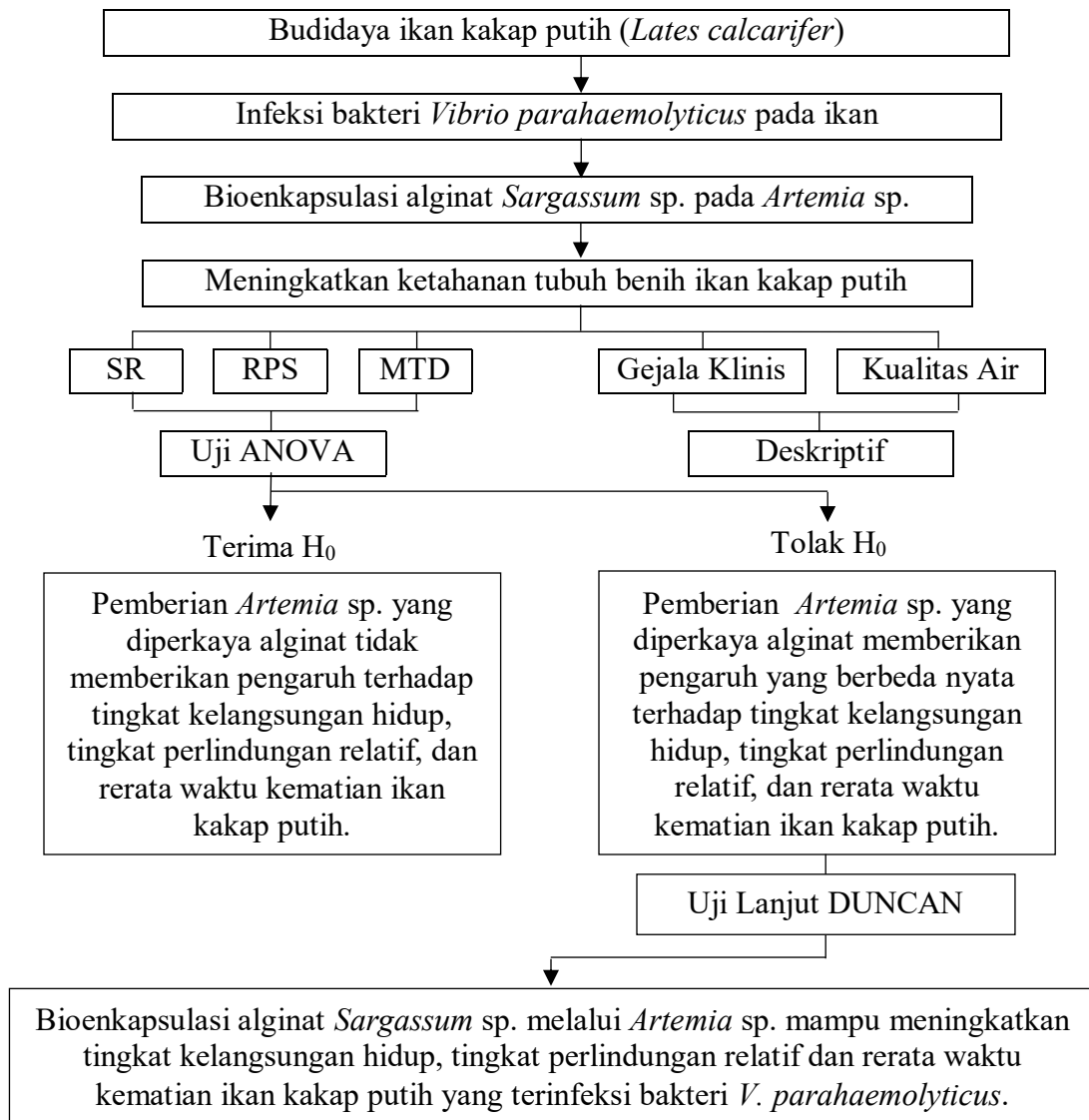
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh dari penggunaan alginat yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. terhadap ketahanan tubuh benih ikan kakap putih yang diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*.

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait penggunaan alginat yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. sebagai imunostimulan pada benih ikan kakap putih yang diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*.

1.4 Kerangka Pikir

Ikan kakap putih termasuk kedalam produk unggulan dalam sektor perikanan yang banyak dibudidayakan. Namun demikian, dalam kegiatan budi daya ikan kakap putih masih dihadapkan dengan berbagai tantangan diantaranya yaitu penyakit karena dapat menurunkan produktivitas hingga kerugian bagi para pembudidaya. Salah satu penyakit umum yang sering menyerang ikan kakap putih adalah bakteri *Vibrio parahaemolyticus* yang dapat menyebabkan kematian mencapai 85-100%. Saat ini, usaha yang dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi penyakit pada ikan adalah dengan cara menjaga kualitas lingkungan budi daya, meningkatkan daya tahan tubuh ikan dan resistensinya terhadap serangan patogen melalui pemberian obat-obatan. Akan tetapi, penggunaan obat-obatan seperti antibiotik dan vaksin secara terus-menerus akan menjadi tidak efektif. Oleh karena itu, diperlukan solusi sederhana dan efisien salah satunya dengan menggunakan bahan-bahan yang mengandung imunostimulan. *Sargassum* sp. menjadi salah satu jenis rumput laut di perairan Indonesia yang menghasilkan alginat dalam jumlah yang cukup banyak dan dapat berperan sebagai imunostimulan. Penggunaan alginat sebagai imunostimulan dapat dilakukan dengan cara dienkapsulasi melalui pakan hidup sebagai perantaranya. Diagram kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. *Survival Rate* (SR)

H_0 : semua $\tau_i = 0$

: Semua perlakuan pemberian alginat yang

dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. tidak memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan kakap putih.

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

: Minimal ada satu perlakuan pemberian alginat yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. yang berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan kakap putih.

2. *Relative Percent Survival* (RPS)

H_0 : semua $\tau_i = 0$

: Semua perlakuan pemberian alginat yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. tidak memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase kelangsungan hidup relatif ikan kakap putih

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

: Minimal ada satu perlakuan pemberian alginat yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. yang berbeda nyata terhadap persentase kelangsungan hidup relatif ikan kakap putih.

3. *Mean Time to Death* (MTD)

H_0 : semua $\tau_i = 0$

: Semua perlakuan pemberian alginat yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. tidak memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap rerata waktu kematian ikan kakap putih.

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

: Minimal ada satu perlakuan pemberian alginat yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. yang berbeda nyata terhadap rerata waktu kematian ikan kakap putih.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Mathew (2009), ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Ordo	: Percomorphi
Family	: Centropomidae
Genus	: <i>Lates</i>
Spesies	: <i>L. calcarifer</i>



Gambar 2. Ikan kakap putih (Sumber : Wikimedia Common).

Ikan kakap putih memiliki kepala yang runcing dengan bagian atas kepala cekung dan cembung di depan sirip punggung. Mulutnya besar dengan banyak gigi tajam, berongga lebar dan agak miring. Rahang atasnya memanjang ke belakang mata, tepi bawah preopercle bergerigi, dengan tulang punggung yang kuat pada sudutnya serta opercle dengan tulang belakang kecil dan penutup yang bergerigi di atas asal gurat sisi. Kakap putih memiliki sirip punggung dengan duri yang kuat berjumlah 7 atau 8 dan pada sirip punggung kedua memiliki 10 atau 11 duri lunak dan sirip ekor yang membulat (Razi, 2013).

Ikan ini mempunyai bentuk tubuh yang memanjang, yaitu lebar tubuh lebih kecil dari pada panjang dan tinggi tubuh, dan agak membulat. Warna tubuhnya sangat bervariasi mulai dari perak hingga coklat berlumpur, bahkan terkadang warna hitam dan hitam dengan bercak emas dapat ditemukan, hal ini bergantung pada dari mana asalnya. Ikan kakap putih air tawar memiliki warna tubuh biru kehijauan pada tubuh bagian atas dan memiliki sirip ekor berwarna coklat tua hingga hitam. Sedangkan ikan kakap putih air asin memiliki warna tubuh keperakan dan sirip yang berwarna kuning (Marcoli et al., 2023).

2.1.2 Habitat dan Penyebaran

Daerah penyebaran ikan kakap putih tersebar luas di seluruh wilayah pesisir Indo-Pasifik Barat dengan perairan asli membentang dari tepi Teluk Persia hingga China dan negara-negara beriklim tropis dan subtropis yang meliputi Australia Utara, beberapa negara di Asia Tenggara, Papua Nugini, Jepang bagian utara, Taiwan, India, dan Sri Lanka. Sedangkan di Indonesia, ikan kakap putih dapat ditemukan di seluruh wilayah pesisir Indonesia mulai dari Kepulauan Riau, perairan pantai utara Jawa, sepanjang perairan pantai Sumatera bagian timur, Kalimantan bagian barat dan timur, Sulawesi Selatan, dan Laut Arafuru (Jerry, 2013).

Ikan kakap putih bersifat demersal, dimana mereka menghabiskan sebagian besar waktunya di atau dekat dasar laut. Kakap putih hidup menyendiri pada kedalaman sepuluh hingga empat puluh meter (Luna, 2008). Pada keramba budidaya ikan

ini umumnya ditempatkan dua meter di bawah permukaan tanah. Ikan kakap putih dapat hidup di air tawar maupun air asin. Habitatnya meliputi sungai, danau, muara, dan, perairan pesisir. Namun secara umum, kakap putih remaja lebih menyukai sungai dan muara air tawar, sementara kakap putih dewasa menghabiskan lebih banyak waktu di lingkungan air asin pesisir. Kakap putih adalah ikan diadromous yaitu ikan yang lahir di laut dan hidup di air tawar. Namun, kakap putih juga mampu hidup murni di air asin (Luna, 2008; Webster dan Lim, 2002).

2.1.3 Tingkah Laku dan Kebiasaan Makan

Ikan kakap putih tergolong jenis ikan karnivora dan predator. Ikan ini sangat menyukai makanan yang masih hidup dan aktif seperti krustasea, cephalopoda, dan ikan-ikan kecil sebagai makanan utamanya. Ukuran pakannya sangat ditentukan oleh ukuran tubuh kakap putih. Pakan kakap putih berukuran lebih besar terdiri dari 60% ikan dan 40% krustasea, sedangkan pada kakap putih yang lebih kecil kebanyakan memakan krustasea. Adapun kebiasaan ikan kakap putih dalam mencari makan adalah lebih aktif pada saat malam hari.

Ikan kakap putih juga termasuk ikan yang bersifat kanibal yaitu memakan jenisnya sendiri. Setiap kakap putih akan berpotensi menjadi kanibal ketika spesies yang sama berukuran 50% lebih kecil dari ikan yang berukuran lebih besar. Jika suatu individu menjadi kanibal meskipun hanya sekali, maka secara progresif akan mengembangkan kapasitas predatornya untuk menelan mangsanya (Ribeiro dan Qin, 2013). Ikan kakap putih mencari makan dengan cara menyergap. Mereka akan mengendap menunggu mangsa dan menyerang dengan menghisapnya ke dalam mulutnya yang besar secepat kilat setelah mangsa berada cukup dekat.

2.1.4 Reproduksi, Siklus Hidup, dan Laju Pertumbuhan

Ikan kakap putih merupakan jenis ikan hermaprodit protandri. Hermaprodit protandri merupakan keadaan dimana proses diferensiasi gonadnya berjalan dari fase

jantan ke fase betina selama pertumbuhannya. Kakap putih memulai siklus reproduksinya sebagai ikan jantan kemudian berubah menjadi ikan betina ketika ikan mencapai ukuran besar yaitu saat induk memiliki bobot tubuh berkisar 2–3 kg. Perubahan kelamin ini dipengaruhi oleh faktor kondisi lingkungan perairan (Sudrajat, 2015).

Ikan kakap putih termasuk dalam jenis ikan katadromous. Katadromous merupakan jenis ikan yang berkembang biak di lautan tetapi mencari makan dan tumbuh hingga menjadi dewasa di perairan tawar atau muara. Siklus ini meliputi migrasi larva dan remaja dari perkembangbiakan menuju tempat mencari makan dan ikan dewasa yang bermigrasi kembali (Mc Cleave, 2001). Kakap putih menghabiskan sebagian masa pertumbuhannya di air tawar seperti sungai, danau dan muara yang terhubung ke laut dan melakukan migrasi ke laut dengan salinitas berkisar antara 30%–32% untuk pematangan gonad. Selanjutnya kakap putih akan bertelur berdasarkan dengan siklus bulan dan larva akan bermigrasi lebih jauh ke hulu untuk pertumbuhan (Ghosh, 2011).

2.2 *Vibrio parahaemolyticus*

Vibrio parahaemolyticus adalah bakteri gram negatif dari famili *Vibriomaceae* yang tidak membentuk spora, dapat bergerak, memiliki flagella polar tunggal, berbentuk batang atau melengkung dengan lebar 0,5 - 0,8 μm dan panjang 1,4 - 2,4 μm . *V. parahaemolyticus* dapat ditemukan pada semua lingkungan perairan mulai dari muara sungai hingga laut di seluruh dunia (Nair et al., 2007; Yeung & Boor, 2004; Drake et al., 2007) dan berkembang di perairan yang hangat dan daerah yang memiliki salinitas untuk bertahan hidup. Meskipun *V. parahaemolyticus* mampu tumbuh dalam berbagai konsentrasi garam dan suhu, tetapi 20–25 ppt dan 30–35°C merupakan kondisi pertumbuhan yang optimal. Bakteri ini pertama kali ditemukan pada tahun 1950 di Jepang oleh Tsunesaburo Fujino.

V. parahaemolyticus menjadi salah satu spesies dalam genus *Vibrio* yang bersifat patogen dimana tidak hanya menyebabkan kematian pada ikan dan udang tetapi juga menimbulkan penyakit pada manusia melalui konsumsi hasil perikanan

yang terkontaminasi. Kasus *V. parahaemolyticus* telah dilaporkan di beberapa negara produsen kakap putih di seluruh dunia seperti negara-negara di Asia, Taiwan, Amerika Serikat, Selandia Baru, Kanada dan Australia. Penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri seperti *Vibrio* sp. masih menjadi permasalahan yang terus dihadapi dalam kegiatan budi daya. Karena dapat mengakibatkan adanya kerugian ekonomi yang besar bagi industri akuakultur di seluruh dunia. Hal ini disebabkan oleh tingkat kematian dengan frekuensi 85% hingga 100% pada stadia larva dan juvenil dalam waktu 1-2 minggu pasca infeksi (Sarjito et al., 2015; KKP, 2012). Sebagian besar infeksi terjadi selama musim panas dikarenakan suhu air yang lebih tinggi menyebabkan jumlah pertumbuhan bakteri *V. parahaemolyticus* juga mengalami peningkatan.

2.3 Natrium Alginat

Natrium alginat merupakan garam natrium yang berasal dari asam alginat yang mana merupakan senyawa alginat. Alginat adalah sekelompok polisakarida anionik yang tersusun dari asam α -D-mannuronat dan asam β -L-guluronat yang berasal dari dinding sel rumput laut coklat yang merupakan sumber bahan baku natrium alginat. *Sargassum* sp. menjadi salah satu jenis rumput laut yang termasuk dalam kelas *Phaeophyceae* atau ganggang coklat yang banyak ditemukan di perairan Indonesia dan terkenal sebagai penghasil alginat dalam jumlah melimpah. *Sargassum* sp. memiliki morfologi tubuh khas. Ciri-ciri utamanya meliputi thallus (tubuh) yang bercabang-cabang, daun yang melebar dengan tepi bergerigi, dan adanya gelembung udara (pneumatocyst). Meskipun potensi rumput laut *Sargassum* sp. cukup tinggi namun penggunaannya belum dapat dimanfaatkan secara optimal mengingat pengembangan metode ekstraksi alginat masih belum berjalan dengan baik. Adapun jenis rumput laut lain dari perairan Indonesia yang berpotensi untuk diolah menjadi alginat adalah *Turbinaria* sp., *Hormophysa* sp., dan *Padina* sp.

Alginat kaya akan senyawa bioaktif seperti polisakarida alginat dan fukoidan, polifenol, dan pigmen alami dan dapat bertindak sebagai imunostimulan. Imunostimulan adalah senyawa yang dapat merangsang sistem kekebalan tubuh pada ikan dan

udang dengan meningkatkan total leukosit dalam darah. Penggunaan alginat pada budi daya ikan dan udang dapat dilakukan dengan pemberian suplemen melalui pakan (imunostimulan), perendaman atau suntikan (Mohan et al., 2019). Gado dan Kattawi (2004) menyatakan bahwa imunostimulan sebagian besar adalah senyawa kimia yang mengaktifkan sel darah putih (leukosit) yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh sehingga dapat membuat ikan atau udang menjadi lebih kebal terhadap infeksi virus, bakteri, jamur dan parasit. Selain itu, natrium alginat juga dapat berperan sebagai bio-filter yang cocok untuk dimasukkan ke dalam RAS guna meningkatkan kualitas air dan yang berpengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan ikan.

2.4 *Artemia* sp.

Artemia sp., juga dikenal sebagai udang air asin, adalah zooplankton yang termasuk dalam filum Arthropoda dan kelas Crustacea. Menurut Wibowo et al. (2013), klasifikasi *Artemia* sp. adalah sebagai berikut :

Filum : Arthropoda

Kelas : Crustacea

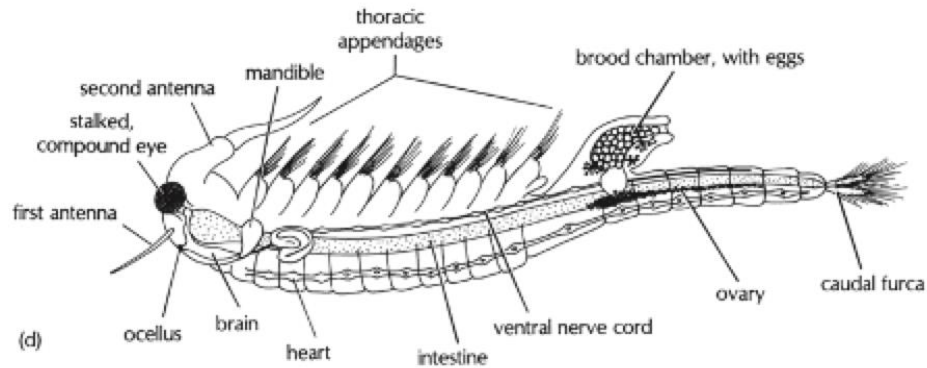
Ordo : Anostraca

Famili : Artemiidae

Genus : *Artemia*

Spesies : *Artemia salina*

Artemia memiliki morfologi yang khas, terutama pada bentuk tubuhnya yang terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu kepala (cephalon), dada (thorax), dan perut (abdomen). *Artemia* memiliki sepasang mata dan banyak kaki pipih berbentuk seperti daun yang disebut phyllopodia yang berfungsi untuk berenang, mencari makan, dan bernapas. Ukuran tubuh *Artemia* bervariasi, umumnya sekitar 8-10 mm untuk jantan dan 10-12 mm untuk betina, namun bisa mencapai 15 mm tergantung kondisi lingkungan. Sedangkan pada nauplii yang baru menetas memiliki panjang sekitar 0,4 mm (Das et al., 2012).



Gambar 3. Morfologi *Artemia* sp. (Sumber : McGraw-Hill Education)

Artemia adalah organisme yang bersifat planktonik. *Artemia* mampu bertahan hidup di lingkungan yang ekstrem karena toleransinya yang tinggi terhadap kadar garam. *Artemia* hidup di perairan dengan salinitas tinggi, seperti danau garam, tambak garam, dan perairan buatan yang memiliki kadar garam tinggi (Asem et al., 2010). *Artemia* memiliki darah yang mengandung pigmen hemoglobin seperti vertebrata, yang merupakan protein pengikat oksigen. Hemoglobin pada *Artemia* membantu dalam transportasi oksigen dalam tubuhnya untuk bertahan hidup, terutama saat kondisi hipoksia akibat rendahnya kadar oksigen terlarut di lingkungan perairan (Coleman et al., 2001).

Artemia banyak digunakan sebagai pakan alami untuk larva ikan dan udang karena kandungan nutrisinya yang tinggi. *Artemia* kaya akan protein, asam lemak esensial, vitamin, dan mineral yang penting untuk pertumbuhan larva. Selain itu, ukurannya yang kecil sangat sesuai dengan ukuran mulut larva ikan dan udang yang baru menetas, sehingga mudah dicerna dan diserap. *Artemia* umumnya dijual dalam bentuk kista. Kista ini adalah telur *artemia* yang dapat disimpan dalam waktu lama dan harus ditetaskan lagi untuk menjadi nauplii sebelum digunakan sebagai pakan alami dalam budi daya ikan dan udang. Kista *Artemia* dapat ditetaskan pada media yang memiliki salinitas antara 5–35 ppt (Gusrina, 2008).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai dengan Oktober 2024 bertempat di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan September sampai dengan Oktober 2024.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Bahan	Konsentrasi	Merek/Jumlah	Kegunaan
1.	Benih ikan kakap putih	1,5±0,28 cm	120 ekor	Hewan uji.
2.	Kista <i>Artemia</i> sp.	-	Supreme Plus	Pakan alami.
3.	Alginat <i>Sargassum</i> sp.	-	-	Bahan pengkayaan pakan alami.
4.	Isolat bakteri <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	-	-	Bakteri uji LD ₅₀ dan ujiantang.
5.	Media TCBS	8,8 gr	Merck German	Media pertumbuhan bakteri.
6.	Media TSB	3 gr	Merck German	Media pertumbuhan bakteri.
7.	<i>Phosphate Buffer Saline</i>	NaCL, KCL, Na ₂ HPO ₄ , KH ₂ PO ₄	-	Larutan pencuci dan pengencer.
8.	Alkohol 70%	500mL	OneMed	Sterilisasi alat.
9.	Air laut	-	-	Media pemeliharaan ikan kakap putih

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Konsentrasi	Merek	Kegunaan
1.	Kontainer	37,5 x 25 x 22,5 cm	Shinpo	Wadah pemeliharaan benih ikan kakap putih.
2.	Instalasi aerasi	Selang dan batu aerasi	-	Menghasilkan oksigen tambahan.
3.	Selang sifon	3/16 inch	-	Mengambil kotoran di dasar kolam.
4.	Pipet tetes	3 mL	OneMed	Mengambil bahan uji dengan jumlah kecil.
5.	Botol plastik	1.5 Liter	-	Wadah penetasan <i>Artemia</i> sp.
6.	Toples plastik	5 Liter	Candid Sealware	Wadah penampungan <i>Artemia</i> sp.
7.	Akuarium	15 x 15 x 25 cm	-	Wadah pengkayaan <i>Artemia</i> sp.

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian (lanjutan)

No	Alat	Konsentrasi	Merek	Kegunaan
8.	Timbangan digital	500gr/0,01gr	Taffware	Menimbang bobot tubuh ikan.
9.	Penggaris	20 cm	Joyko	Mengukur panjang tubuh ikan.
10.	Skopnet	7 cm	-	Menyaring kista <i>Artemia</i> sp.
11.	Kapas dakron	30 x 10 cm	Hi-tech Filter	Filter air.
12.	Cawan petri	100mm x 15mm		Wadah kultur bakteri.
13.	Gelas ukur	100mL	Iwaki	Mengukur cairan atau larutan.
14.	Labu erlenmeyer	500mL	Phyrex	Wadah membuat media bakteri.
15.	Hot plate	-	SH-2	Memanaskan dan mencampurkan media TSB.
16.	Tabung corning	15mL	Biologix	Wadah kultur bakteri dalam media cair.
17.	Mikro pipet	Volume 20-200 µl	Joan Lab	Mengambil dan membuang cairan.
18.	Bunsen	150ml	-	Alat sterilisasi
19.	Vortex	Kecepatan 1200rpm	Stuart SA8	Mencampur larutan dalam tabung.
20.	Centrifuge	Kecepatan 2400rpm	Corona 80-2	Mimasahkan bakteri dari cairan.
21.	Spektrofotometer	Panjang gelombang 625nm	UV-752N	Menghitung jumlah kepadatan bakteri.
22.	Termometer	-	Resun RST-04	Mengukur suhu air.
23.	pH meter	-	Water tester EZ-9909	Mengukur kadar keasam-basaan air.
24.	Refraktometer	-	Water tester EZ-9909	Mengukur kadar garam pada air.
25.	Kamera digital	-	-	Mendokumentasikan kegiatan.

3.3 Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan

tiga kali ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah pemberian alginat *Sargassum* sp. pada *Artemia* sp. dengan dosis berbeda, yaitu :

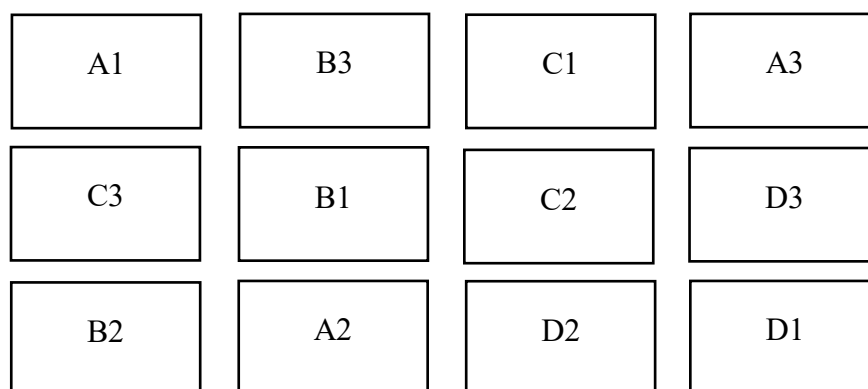
Perlakuan A : *Artemia* sp. dengan pemberian alginat *Sargassum* sp. sebanyak 0mL/L

Perlakuan B : *Artemia* sp. dengan pemberian alginat *Sargassum* sp. sebanyak 12ml/L

Perlakuan C : *Artemia* sp. dengan pemberian alginat *Sargassum* sp. sebanyak 24ml/L

Perlakuan D : *Artemia* sp. dengan pemberian alginat *Sargassum* sp. sebanyak 36ml/L

Adapun denah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tata letak wadah pemeliharaan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Uji Pendahuluan

3.4.1.1 Uji FTIR

Uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) digunakan untuk menganalisis gugus fungsional dan mengidentifikasi senyawa molekuler yang terdapat dalam suatu sampel. Uji FTIR dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu perendaman terbaik yang dibutuhkan *Artemia* sp. dengan alginat agar dapat meningkatkan kandungan nutrisinya. Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan sampel ke Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (UPT LTSIT), Universitas Lampung. Sampel yang dikirim berupa *Artemia*

sp. yang sudah direndam alginat dengan lama waktu perendaman yang berbeda, yaitu sampel A (1 jam), sampel B (2 jam), dan sampel C (4 jam).

3.4.1.2 Uji LD50

Uji toksisitas akut *lethal dose 50* (LD50) dilakukan untuk menentukan kepadatan bakteri yang dapat menyebabkan kematian hewan uji sebanyak 50% dari jumlah populasi. Penentuan LD50 dilakukan dengan cara menghitung jumlah kematian hewan uji yang terjadi setiap harinya selama 7 hari setelah pemberian bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. Bakteri yang digunakan berasal dari koleksi Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Pada uji LD50 menggunakan bakteri *V. parahaemolyticus* dengan 4 tingkat kepadatan bakteri yang berbeda, yaitu 1×10^2 , 1×10^3 , 1×10^4 , dan 1×10^6 CFU/mL sebanyak 5 mL pada tiap wadah yang berisikan 5 L air dengan jumlah ikan uji 5 ekor.

3.4.2 Persiapan Wadah dan Hewan Uji

Wadah yang digunakan dalam penelitian berupa kontainer berukuran 37,5 x 25 x 22,5 cm sebanyak 12 unit. Sebelum digunakan kontainer dibersihkan terlebih dahulu lalu dikeringkan selama satu hari. Setelah kontainer kering, diisi dengan air setinggi 20 cm dari dasar atau sebanyak 10 L dan dipasang instalasi. Hewan uji yang digunakan yaitu benih ikan kakap putih sebanyak 120 ekor berukuran $1,5 \pm 0,28$ cm dan pada tiap kontainer diisi dengan kepadatan 10 ekor/10L. Selanjutnya, ikan diaklimatisasi selama 2 hari. Selama proses aklimatisasi ikan tidak langsung diberi pakan tetapi dipuaskan selama 24 jam pertama dan setelahnya diberi pakan *Artemia* sp. tanpa pemberian alginat *Sargassum* sp.

3.4.3 Ekstraksi Alginat

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode Irvansyah (2022). Rumput laut direndam selama 60 menit dengan larutan 1% HCL dan dibilas menggunakan air bersih. Selanjutnya rumput laut diekstraksi dengan larutan 2% Na_2CO_3 dan direbus dalam suhu 60°C selama 60 menit kemudian disaring menggunakan kain blacu. Padatan yang telah disaring selanjutnya diberikan 0,13M KCl dan didiamkan selama 30 menit. Ekstrak kemudian ditambahkan larutan HCL 10% hingga mencapai pH 2–3 dan didiamkan kembali selama 30 menit. Selanjutnya, ekstraksi dinetralkan dengan menambahkan larutan NaOH sampai diperoleh pH 7–8.

3.4.4 Penetasan dan Enkapsulasi *Artemia* sp.

Pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan alami berupa *Artemia* sp. yang telah ditetaskan dan dienkapsulasi dengan alginat *Sargassum* sp. Penetasan kista *Artemia* sp. dilakukan menggunakan air laut sebanyak 1 L dengan jumlah kista *Artemia* sp. yang digunakan sebanyak 1 g. Selama proses penetasan, media diberikan aerasi yang kuat selama sekitar 24 jam (Rudtanatip et al., 2019). Setelah 24 jam, *Artemia* sp. akan menetas menjadi naupli yang dapat dipanen dan siap digunakan untuk bioenkapsulasi. Bioenkapsulasi *Artemia* sp. dilakukan dengan menggunakan metode Roiha et al. (2010), yaitu dengan cara merendam *Artemia* sp. ke dalam larutan alginat *Sargassum* sp. sesuai dengan taraf perlakuan konsentrasi selama 1 jam sesuai dengan hasil uji FTIR. *Artemia* sp. yang telah direndam kemudian disaring menggunakan *scoopnet* dan dibilas dengan air laut untuk selanjutnya diberikan pada benih ikan kakap putih.

3.4.5 Pemeliharaan Benih Ikan Kakap Putih

Benih ikan kakap putih yang telah diaklimatisasi selanjutnya dipelihara selama 14 hari. Selama masa pemeliharaan benih ikan kakap putih diberi pakan berupa *Artemia*

sp. yang telah dienkapsulasi alginat sesuai taraf perlakuan. Frekuensi pemberian pakan dilakukan sebanyak 3 kali dalam sehari yaitu pada pukul 08.00, 12.00, dan 17.00 WIB. Jumlah *Artemia* sp. yang diberikan sebanyak 6-7 ind/ml (Suryana & Adi, 2024). Selama pemeliharaan dilakukan penyiponan setiap hari dan pergantian air setiap 3 hari sekali, dengan volume pergantian air sebanyak 20-30%. Hal ini bertujuan untuk menjaga kualitas air pemeliharaan agar tetap terjaga dengan baik.

3.4.6 Uji Tantang

Pada hari ke-15 pemeliharaan, benih ikan kakap putih dari masing-masing perlakuan diuji tantang dengan bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. Uji tantang dilakukan dengan cara kohabitasi dimana bakteri dengan kepadatan bakteri 1×10^9 CFU/mL dicampurkan ke dalam wadah pemeliharaan dengan jumlah dosis yang diberikan pada setiap wadah pemeliharaan berbeda-beda. Kepadatan yang digunakan merupakan dosis yang cukup tinggi yang umum dipakai untuk menimbulkan efek yang signifikan dalam uji tantang pada ikan sehingga dapat menguji respon imun dan efektivitas perlindungan terhadap infeksi bakteri (Santoso et al., 2013). Jumlah dosis yang digunakan dalam uji tantang dapat dilihat pada Lampiran 1. Uji tantang dilakukan untuk mengetahui dan mengukur tingkat ketahanan tubuh benih ikan kakap putih terhadap infeksi bakteri *V. parahaemolyticus*.

3.5 Parameter Penelitian

Adapun parameter yang akan diamati selama penelitian yaitu meliputi gejala klinis, tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* (SR), kelangsungan hidup relatif atau *relative percent survival* (RPS), rerata waktu kematian atau *mean time to death* (MTD), pertumbuhan panjang dan berat mutlak, dan kualitas air pemeliharaan.

3.5.1 Gejala Klinis

Gejala klinis akan diamati secara visual setiap 24 jam sekali pasca ikan diuji tantang sampai masa akhir pemeliharaan selama kurun waktu 7 hari. Adapun gejala yang diamati meliputi kerusakan pada bagian tubuh, tingkah laku, respon terhadap pakan, dan mortalitas ikan. Gejala klinis yang terlihat pada benih ikan kakap putih yang diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus* dinilai menggunakan metode skoring yang merujuk pada (Angka, 2005) dan (Hikmah, 2023) dengan modifikasi dan dikategorikan menjadi 3 tingkat yaitu, tidak parah, cukup parah, dan parah. Gejala klinis tidak parah meliputi perubahan perilaku seperti kurang aktif berenang dan nafsu makan menurun. Gejala klinis cukup parah menunjukkan adanya perubahan pada warna tubuh dan luka kemerahan. Sedangkan gejala klinis parah berupa luka atau borok, geripis pada sirip hingga kematian. Nilai skor pengamatan gejala klinis dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.5.2 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup atau *Survival Rate* (SR) adalah presentase jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan dibagi dengan jumlah ikan yang ditebar pada awal pemeliharaan. Nilai tingkat kelangsungan hidup dapat hitung menggunakan rumus Effendie (2002) sebagai berikut :

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

Keterangan :

SR = Tingkat kelangsungan hidup (%)

Nt = Jumlah individu pada akhir penelitian

No = Jumlah individu pada akhir penelitian

3.5.3 Tingkat Perlindungan Relatif

Tingkat perlindungan relatif atau *Relative Percent Survival* (RPS) dapat dihitung dengan menggunakan rumus Costa et al., (2011) sebagai berikut :

$$RPS = 1 - \frac{\% \text{ kematian ikan pada perlakuan uji}}{\% \text{ kematian ikan pada perlakuan kontrol}} \times 100\%$$

3.5.4 Rerata Waktu Kematian

Rerata waktu kematian atau *Mean Time to Death* (MTD) ikan dilakukan untuk mengetahui rata-rata waktu kematian ikan setelah diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus* yang dapat dihitung dengan rumus Kamiso (2001) sebagai berikut :

$$MTD = \frac{\sum_{i=1}^n a_i b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

Keterangan :

a = Waktu kematian pada hari ke-1

b = Jumlah ikan yang mati pada hari ke-1 (ekor)

3.5.5 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, dan salinitas. Pengukuran dan pengambilan data akan dilakukan pada pagi hari sebanyak empat kali selama masa pemeliharaan dengan interval waktu 7 hari, yaitu pada hari ke 7, 14, 21 dan 28.

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh meliputi tingkat kelangsungan hidup, tingkat perlindungan relatif, dan rerata waktu kematian dianalisis dengan menggunakan uji analisis ragam (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan yang nyata akan diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%. Sedangkan data hasil pengamatan gejala klinis dan pengukuran kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan alginat *Sargassum* sp. sebagai imunostimulan yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rerata waktu kematian ikan yang diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus* pada dosis 36ml/L dengan rerata waktu kematian mencapai 6 jam. Sedangkan pada tingkat kelangsungan hidup dan tingkat perlindungan relatif tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada setiap perlakuan.

5.2 Saran

Dari hasil dan kesimpulan yang didapatkan selama penelitian, penggunaan alginat *Sargassum* sp. dengan dosis 36ml/L yang dienkapsulasi melalui *Artemia* sp. sebagai imunostimulan dapat diterapkan dalam budi daya ikan kakap putih.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, F., Fadli, N., Nur, F.M., & Muchlisin, Z.A. (2021). Critical thermal limit and behavior of the Barramundi *Lates calcarifer* (Bloch, 1790) fingerling exposure with different temperature. *Depik*, 10(1), 47–52. <http://dx.doi.org/10.13170/depik.10.1.20287>
- Angka, S.L. (2005) Kajian Penyakit Motile Aeromonad Septicaemia (MAS) pada Ikan Lele Dumbo (*Claries* sp.) : Patologi, Pencegahan, dan Pengobatannya dengan Fitofarmaka. [Disertasi, Institut Pertanian Bogor]. IPB Scientific Repository, Bogor.
- Asem, A., Rastegar-Pouyani, N., & De Los Ríos-Escalante, P. (2011). The genus *Artemia* leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(3), 501-506. <http://dx.doi.org/10.3856/vol38-issue3-fulltext-14>
- Boonyaratpalin, M. (1997). Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. *Aquaculture*, 151(4), 283-313. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01497-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01497-4)
- BPOM. (2022). *Pedoman uji toksisitas praklinik secara in vivo*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/223969/peraturan-bpom-no-10-tahun-2022>.
- Cappellaro, H., Gennari, L., Achene, L., & Brambilla, G. (1993). *Artemia salina* as medicated feed for marine fry. *Bollettino Societa Italiana di Patologia Ittica*, 5, 29.
- Coleman, M., Matthews, C.M., Trotman, C.N. (2001). Multimeric hemoglobin of the Australian brine shrimp *Parsrga*. *Molecular Biology and Evolution*, 18(4), 570-576. 10.1093/oxfordjournals.molbev.a003837
- Costa, A. A., Leef, M. J., Bridle, A. R., Carson, J., & Nowak, B. F. (2011). Effect of vaccination against yersiniosis on the relative percent survival, bactericidal and lysozyme response of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 315(3-4), 201-206. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.02.031>

- Darmawan, M., Setyawan, A., Juliasih, N. L. G. R., & Fidyandini, H. P. (2023). Efektivitas perlindungan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) terhadap infeksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) dengan suplementasi natrium alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung dan kombinasi dengan vitamin c. *Journal of Tropical Marine Science*, 6(1), 11-22.
[10.33019/jour.trop.mar.sci.v6i1.3819](https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v6i1.3819)
- Das, P., Sagar, C.M., Bhagabati, S.K., Akhtar, M.S., & Singh, S.K. (2012). *Important live food organisms and their role in aquaculture*. Frontiers in Aquaculture, Narendra Publishing House. India.
- Drake, S. L., DePaola, A., & Jaykus, L. A. (2007). Overview of *Vibrio vulnificus* and *Vibrio parahaemolyticus*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6(4), 120-145. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2007.00022.x>
- Effendie, M.I. (2002). *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Gado, M. S., & Kattawi A. A. (2004). Augmentation of spesific and non-protection in *Oreochromis niloticus* treated with some prebiotics and/or bacterin. *Kafrelsheikh Veterinary Medicine Journal*, 2, 57–85.
<https://doi.org/10.21608/kvmj.2004.112391>
- Ghosh, A. (2011). Observations on the larvae and juveniles of the ‘Bhetki’ *Lates calcarifer* (Bloch) from the Hoogly-Matlah estuaries system. *Indian Journal of Fisheries*, 20(2), 372-379.
<https://epubs.icar.org.in/index.php/IJF/article/view/12403>
- Grisez, L. & Tan, Z. (2005). Vaccine development for Asian aquaculture. In P. Walker, R. Lester and M.G. Bondad-Reantaso (eds). *Disease In Asian Aquaculture*, 5, 483-439.
- Gomez, D. K., Lim, D. J., Baeck, G. W., Youn, H. J., Shin, N. S., & Youn, H. Y. (2006). Detection of *Betanodaviruses* in apparently healthy aquarium fishes and invertebrates. *Journal of Veterinary Science*, 7(4), 369-374.
<https://doi.org/10.4142/jvs.2006.7.4.369>
- Gusrina. (2008). *Budidaya ikan jilid 3*. Depertemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Heo, S. J., S. H. Cha., K. W. Lee., S. K. Cho. & Y. J. Jeon. (2005). Antioxidant activities of *Chlorophyta* and *Phaeophyta* from Jeju Island. *Algae*, 20(3), 251-260. <https://doi.org/10.4490/algae.2005.20.3.251>
- Hikmah, N. M. (2023). Studi efikasi booster vaksin *Streptococcus* spp. untuk pencegahan penyakit *Streptococcosis* pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) [Skripsi, Universitas Lampung]. Digital Repository UNILA, Lampung.

- Hseu, J. R., Huang, W. B., & Chu, Y. T. (2007). What causes cannibalization associated suffocation in cultured brown-marbled grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsk., 1775). *Journal Aquaculture Research*, 38, 1056 – 1060.
- Irawan, G. D. E., K., Winarno, A., & Susilowati. (2003). Pengaruh ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss.) terhadap penurunan mortalitas lele dumbo (*Clarias gariepinus*) akibat infeksi *Aeromonas hydrophila*. *Enviro: Journal of Tropical Environmental Research*, 3(1), 28-35.
- Isnansetyo, A., Irpani, H. M., Wulansari, T. A., & Kasanah, N. (2014). Oral administration of alginate from a tropical brown seaweed, *Sargassum* sp. to enhance non-specific defense in walking catfish (*Clarias* sp.). *Aquacultura Indonesiana*, 15(1), 14-20. <https://doi.org/10.21534/ai.v15i1.29>
- Irvansyah, M. (2018). Uji lapang imunostimulan alginat *Sargassum* sp. dengan frekuensi berbeda terhadap produksi udang vaname, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) di tambak PT. Puji Dewanto Farm, Bakauheni, Lampung Selatan. [Skripsi, Universitas Lampung]. Digital Repository UNILA, Lampung.
- Jerry, D. R. (Ed.). (2013). *Biology and culture of Asian Seabass (Lates calcarifer)*. CRC Press. United States.
- Khoo, K. C., Fong, W. C., & Lin, C. K. (2013). Effects of salinity and temperature on the growth and survival of barramundi, *Lates calcarifer*. *Aquaculture Research*, 44(1), 67-74.
- KKP. (2012). *Standar Nasional Indonesia (SNI) Budidaya Air Payau dan Laut*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Jakarta.
- KKP. (2024). *Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2023*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Kamiso, H.N. (2001). *Imunologi dan vaksinasi pada ikan*. Diskusi Imunologi dan Vaksinasi Ikan. DUE Project. Fakultas Perikanan. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Kamisyah, S., Sapar, A., Brillianto, R., & Sayekti, E. (2020). Isolasi dan karakteristik alginat dari rumput laut (*Sargassum polycystum*) asal perairan Singkawang, Kalimantan Barat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(3), 62-71.

- Luna, S. (2008). *Lates calcarifer*, Barramundi: fisheries, aquaculture, gamefish, aquarium. Fishbase Online. <http://fishbase.sinica.edu.tw/summary/species/summary.php?>
- Marcoli, R., D.B. Jones, C. Massault, A.F. Marc, M. Moran, P.J. Harrison, H.S. Cate, A.L. Lopata, & D.R. Jerry. (2023). The skin structure in multiple color variants of barramundi (*Lates calcarifer*): A histological, immunohistochemical and ultrastructural overview. *Aquaculture*, 576(3), 739859. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739859>
- Mathew, G. (2009). Taxonomy, Identification and Biology of Seabass (*Lates calcarifer*). *Course Manual : National Training on 'Cage Culture of Seabass'*. Kerala, India.
- McCleave, J.D. (2001). Fish: Eels. In J. Steele and C. McNeil (Eds). *Encyclopedia of ocean sciences*. Academic Press. United States.
- Mohan K, Ravichandran, S., & Muralisankar T. (2019). Application of marine-derived Polysaccharides as immunostimulants in aquaculture : A Review of current knowledge and further perspectives. *Fish and Shellfish Immunology*, 86, 1177–1193. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.12.072>
- Nair, G. B., Ramamurthy, T., Bhattacharya, S. K., Dutta, B., Takeda, Y., & Sack, D. A. (2007). Global dissemination of *Vibrio parahaemolyticus* serotype O3:K6 and its serovariants. *Clinical Microbiology Reviews*, 20(1), 39-48. <https://doi.org/10.1128/CMR.00025-06>
- Pakidi, Chelvyn, S., & Hidayat S. S. (2016). Potensi dan pemanfaatan bahan aktif alga cokelat *Sargassum* sp. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, 6(1), 551-562. <https://doi.org/10.26618/octopus.v5i2.720>
- Rahmawati, E. (2017). Ketahanan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) yang diberi probiotik *Bacillus* sp. D2.2 terhadap infeksi *Vibrio alginolyticus*. [Skripsi, Universitas Lampung]. Digital Repository UNILA, Lampung.
- Rasyid, A. (2003). Karakteristik Natrium Alginat Hasil Ekstraksi *Sargassum polycystum*. *Seminar RIPTEK Kelautan Nasional*. Jakarta, 30-31 Juli 2003 : Gedung BPPT Jakarta.
- Razi, F. (2013). *Penanganan hama dan penyakit pada ikan kakap putih*. Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan Press. Jakarta.
- Ribeiro, F. F. & Qin, J. G. (2013). Modelling size-dependent cannibalism in barramundi *Lates calcarifer*: Cannibalistic polyphenism and its implication to

aquaculture. *PLoS ONE*, 8(12), e82488.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082488>

- Ridwantara, D., Buwono, I. D., Handaka S., A.A., Lili, W., & Bangkit, I. (2019). Uji kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas mantap (*Cyprinus carpio*) pada rentang suhu yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(1), 46–54
- Rudtanatip, T., Boonsri, B., Praiboon, J., & Wongprasert, K. (2019). Bioencapsulation efficacy of sulfated galactans in adult *Artemia salina* for enhancing immunity in shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Fish and Shellfish Immunology*, 94, 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.08.065>
- Roiha, I.S., Otterlei, E., & Samuelsen, O.B. (2010). Bioencapsulation of florfenicol in brine shrimp, *Artemia franciscana* nauplii. *Journal of Bioanalysis and Biomedicine*, 2(3), 60-64. <https://doi.org/10.4172/1948-593X.1000023>
- Santoso, B. B., Basuki, F., & Hastuti, S. (2013). Analisa ketahanan tubuh benih hibrida nila larasati (*Oreochromis niloticus*) generasi 5 (f5) yang di infeksi bakteri *Streptococcus agalactiae* dengan konsentrasi berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3), 64-75. <http://ejournal-sl.undip.ac.id/index.php/jfpik>
- Sarjito, S., Apriliani, M., Afriani, D., & Haditomo, A. C. (2015). Agensia Penyebab Vibriosis Pada Udang Vaname (*Litopenaus vanamei*) yang Dibudidayakan Secara Intensif Di Kendal. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(3), 189-196. <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i3.533>
- Setyawan, A., Hudaidah, S., & Fidyandini, H. P., (2021). Evaluasi suplementasi alginat *Sargassum* sp. dari Perairan Lampung dalam menanggulangi penyakit *white spot* pada udang vannamei *Litponeaues vannamei*. DIPA Penelitian Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Lampung.
- Singleton, P. (2004). *Bacteria in biology, biotechnology and medicine 6th edition*. John Wiley & Sons, Ltd. United States.
- Sudrajat, A. (2015). *Budidaya 26 komoditas laut unggul edisi revisi*. Penebar Swadaya. Jakarta Timur.
- Suryana, A. & Adi, C. P. (2024). Teknik budidaya *Artemia salina* sebagai pakan alami larva ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 4(3), 212-220. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v4i3.3009>

- Tuiyo, R., Lamadi, A., & Pakaya, D., (2022). Pengaruh pemberian probiotik pada pakan terhadap pertumbuhan benih udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi*, 2(1), 13-20. <https://doi.org/10.56190/jvst.v2i1.16>
- Webster, C. D. & Lim, C. (2022). *Nutrient requirement and feeding of finfish for aquaculture*. CABI Publishing.
- Wibowo, S., Utomo, B. S. B., Suryaningrum, TH D., & Syamdidi. (2013). *Artemia untuk pakan ikan dan udang*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widagdo, D. (2012). *Budidaya gurame di kolam sempit*. PT. Hafamia. Klaten.
- WWF Indonesia. (2015). *Budidaya Ikan Kakap Putih*. WWF Indonesia. Jakarta Selatan
- Yeung, P. S. & Boor, K. J. (2004). Epidemiology, pathogenesis, and prevention of foodborne *Vibrio parahaemolyticus* infections. *Foodborne Pathogens and Disease*, 1(2), 74-88. <https://doi.org/10.1089/153531404323143594>
- Yudianti, E. (2016). Ekspresi gen dan laju sintasan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang tersuplementasi dengan alginat secara oral untuk resistensi penyakit *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). *Buletin Oseanografi Marina*, 5(2), 135-142. <https://doi.org/10.14710/buloma.v5i2.15734>
- Yue, G.H., Z.Y. Zhu, L.C. Lo, C. M. Wang, G. Lin, F. Feng, H.Y. Pang, J. Li, P. Gong, & H.M. Liu. (2009). Genetic variation and population structure of asian seabass (*Lates calcarifer*) in the Asia-Pacific region. *Aquaculture*, 293(2), 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.053>